المكتبة الثقافية

١٠٠

قصة

الحياة ونشأتها على الأرض

للدكتور

أنور عبد العليم

أستاذ علوم البحار بكلية العلوم

أول يناير ١٩٦٤

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة .
- تيسر لكل قارئ أن يقيم في بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر في أوله وفي منتصفه .

الكتاب القادم

أضواء على السير الشعبية

تأليف
فاروق خورشيد

١٥ يناير ١٩٦٤

الثمن ٢ قرش

مطابع مصر

المكتبة الثقافية

١٠٠

قصة الحياة ونشأتها على الأرض

للدكتور

أنور عبد العليم

أستاذ علوم البحار بكلية العلوم

وزارة الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر

أول يناير ١٩٦٤

توزيع



١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت : ٣٢-٥٥ ـ ٧٧٧٤١

١- ضرورة البحث فى نشأة الحياة

إن مشكلة أصل الحيــاة ونشأتها على كوكب الأرض لمِن المشاكل الشيقة المثيرة التى شغلت بال المفكرين والعلماء ردحا طويلا من الزمن ، ولا تزال تشغل بال كثيرين فى شتى أقطــار الأرض حتى وقتنا الحاضر ، وربما فى الأجيال المستقبلة أيضا .

ولقد مر التفكير فى أصل الحياة ونشأتها بمراحــل عديدة على مدى العصور المختلفة ، وفقا لازدهار الفكر والثقافة الانسانية فى تلك العصور أو ركودهما .

ولا ريب فى أن بعض الآراء التى تواترت الينا كانت فلسفية محضة أو جدلية عقيمة ، كما كان من هذه المراحل أيضا الطور المعملى التجريبى بغية اثبات نشوء الحياة من مادة عديمة الحياة .

ولا شك فى أن كثيرا من المشتغلين بهذا الموضوع قد تأثروا برأى الأديان فى هذه المشكلة ، كما أعرض غيرهم

عن مجرد التفكير فيها لهذا السبب نفسه . ونحن نعتقد أن الدين براء من مثل هذا الافتراء ، فالدين لم يحــرم البحث العلمى فى قضايا الكون والحياة . ومثل هذه النظرة السلبية قد أدت الى تأخر البحث العلمى قرونا طويلة خلال العصور الوسطى ، فى وقت كان مجرد التفكير فيه فى كروية الأرض يعد الحادا وشعوذة ، بل كان محرما على العلماء وأهل البصيرة البحث أو الكلام فى قضايا الكون وأسرار الوجود .

ان الكون من حولنا ملىء بالأسرار العجيبة ، ويسير وفقا لنظم وقوانين بديعة الصنع فائقة الحبك ، تعمــل بمقتضاها تلك الظواهر الكونية التى تتجلى لنا بين كل يوم وليلة ، من تعاقب الليل والنهار وجــريان الشمس والقمر ، واختلاف أوجه القمر واختلاف الفصول ، وجاذبية الأرض ، والعلاقة التى تربط المادة والطاقة ، والضغط ، والحرارة ، والاشعاعات المختلفة التى تصــل الينا من الفضاء الكونى ، وتبعث الحياة فى موات الأرض .

ان الانسان قد توصل ولا ريب الى الكشف عن كثير من هذه الظواهر ، وفقه سر حدوثها ، ولا تزال أخرى

خافية عليه ، ويحاول جاهدا فهمها . ولو أننا وقفنا مكتوفى الأيدى أمام مثل هذه المشاكل العلمية ، وقلنا ان هـذا الموضوع أو ذاك محرم علينا أن نبحث فيه ، لكان ذلك هو الجهل والجمود العقلى بعينه ، ولن يؤدى الى التقدم بحـال .

والواقع أن الدين قد مجد العقل الانسانى وحثه على التفكر والتدبر فى الخلق وآيات الكون ، وحثـه على البحث والاجتهاد ، واعمال الفكر فى كل ما يحيط به من مظاهر وقوانين . ومن يتفقه القرآن الكريم يجد كثيرا من الآيات الدالة على ذلك . تمعن فى قوله تعالى : « قل سيروا فى الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ثم الله ينشىء النشأة الآخرة ، ان الله على كل شىء قدير » (العنكبوت) .

« والله خلق كل دابة من ماء .. » (النور) .

« يخـرج الحى من الميت ويخرج الميت من الحى ويحيى الأرض بعد موتها وكذلك تخرجون » (الروم) .

« أمن جعل الأرض قرارا وجعل خلالها أنهارا وجعل لها رواسى وجعل بين البحرين حاجزا ، أإله مع الله ، بل أكثرهم لا يعلمون » (النمل) .

« والأرض بعد ذلك دحاها ، أخرج منها ماءها ومرعاها والجبال أرساها » (النازعات) .

« ان فى خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب » (آل عمران) .

ونحن والأمر كذلك لا نرى غضاضة فى البحث فى مشكلة الحياة ونشأتها على الأرض ، فان نحن توصلنا الى حلها ، فانما نكون بذلك قد كشفنا عن جزء يسير من عظمة القوانين الطبيعية التى يسير بمقتضاها الكون ، وفى ذلك برهان قوى على عظمة الخالق ، وان نحن عجزنا عن ادراك سرها فقد أدينا واجبنا ، ومهدنا السبيل لمن بعدنا ليواصل البحث من المرحلة التى انتهى اليها ، وفى ذلك أيضا دليل آخر على جلال القدرة الالهية حين يظهر عجز العلماء عن ادراك جلال الخالق .

ومن أهم صفات البحث العلمى ، الدقة فى الاستنتاج والصبر على العمل والأمانة والتواضع . وقد تتجلى عظمة الله للباحث المجد من خلال المجهر (الميكرسكوب) وهو ينظر الى أدق الكائنات حجما مثل « البكتريا » أو « الفيروس » التى لا يزيد قطرها على أجزاء قليلة من المائة

ألف من المليمتر الواحد ، فيكشف كثيرا من الحقـائق والنظم المضبوطة فى حياة مثل هذه الكائنات ، وقد يرى الله أيضا فى تركيب الذرة نفسها وما بها من كهارب تسير فى مسارات معلومة حول نواتها ، وما تحويه من طاقة جبارة اذا انشطرت نواتها نفسها .

ثم ان الباحث النزيه اذا أخطأه التوفيق فى الوصول الى هدفه أو تحقيق الفرض الذى افترضه ، فقد يتوصل من خلال تجاربه الى اكتشاف طريق جديد قد يوصله الى حقيقة أكبر أو كشف أعظم . والأمثلة كثيرة على اكتشافات عظيمة توصل اليها العلماء بطريق الصدفة أثناء انشغالهم فى مسائل أخرى . ونقول ذلك بالذات تأييدا لكلامنا فى وجوب البحث فى نشأة الحياة ، فقد توصل بعض العلماء الذين أخطأهم التوفيق عن بلوغ غايتهـم الى احـداث تفاعلات على جانب كبير من الأهمية فى الحياة العملية ، أو الى اكتشاف كثير من التراكيب الكيمائية الجديدة من خلال بحوثهم ، وبعض هذه المركبات أحدثت ثورة فى عالم الطب والبيولوجيا ، وفى ذلك كله منافع كثيرة للناس .

٢ـ الآراء والنظريات القديمة

كيف بدأت الحياة ؟ ..

سؤال قد شغل بال الناس منذ عهود بعيدة كما بينا ، واختلفت آراؤهم فى الاجابة عليه أيضـا ، وكان بينها بطبيعة الحال الغث والثمين .

ولا يهمنا فى هذا الاستعراض التاريخى للموضوع أن نسهب فى تفاصيل تلك الآراء أو الأفكار ، الا ما كان منها ذو صلة أو أثر بالنظريات الحديثة التى سنتناولها بالتفصيل فيما بعد ، وذلك حتى يكون القارىء على بينة تامة بالموضوع .

ان القول بتولد الحى من غير الحى له أصول قديمة جدا ربما كان أقدمها ما ورد فى الأسطورة المصرية القديمة « ايزيس واوزيريس » وما ورد فى اعتقاداتهم أيضا من تولد الضفادع والديدان من طمى النيـل . وعلى ذلك فالاعتقاد « بالتولد الذاتى » أو نشأة الحياة من مادة غير

عضوية "abiogenesis" هو اعتقاد قديم ، وان عزاه أكثر المشتغلين بالموضوع من كتاب الغرب الى المفكر الأغريقى القديم أرسطو (٣٨٤—٣٢٢ ق.م.) . كما سبقه اليه أيضا المفكر الأغريقى أيضا « تال » (٦٢٤—٥٤٨ ق.م.) الذى قال « ان الماء أصل الحياة » ، وان جميع الكائنات الحية نشأت وتدرجت فيه . ولا يزال هذا الرأى قويا حتى الآن، وان لم يدخل هذا المفكر فى تفاصيل الحياة أو كيف نشأت.

ثم جاء من بعـده الفيلسـوف الأغريقى أيضـا « أمبدوقليس » (٤٩٥—٥٣٥ ق.م.) الذى كان يعتقد فى نشوء الحياة من مادة غير عضوية ، وأن النباتات ظهرت قبل ظهور الحيوانات ، وهذان الرأيان لقيا تأييدا عنـد العلماء المحدثين من أساطين نظرية «نشأة الحياة» . الا أن أمبدوقليس قد شطح بعد ذلك فى اعتقاده بأن الأحياء كلها نشأت من تجمع أجزاء مختلفة حسب قانون « التوافق والتضاد » .

التولد الذاتى :

ولئن كانت فكرة « التولد الذاتى » قد عزيت خطأ الى ارسطو كما وضحنا ، الا أن هذا المفكر رغم اقتناعه

بوجود « نواميس طبيعية » أو «ضرورات» ، كما سماها، هى المسئولة عن التغيرات والتحورات التى تحدث فى الأحياء ومردها الى قوة عليا مفكرة فى نظره — الا أنه أخطأ هو الآخر فى اعتقاده بأن الأحياء مثل الضفادع والأسماك نشأت متكاملة « فجأة » من الطين ، أى من مادة غير عضوية .

وظلت فكرة « الخلق والتطور » بوجه عام ، كما كانت عليه منذ عصر ارسطو حتى عصر النهضة فى القرون الوسطى ، دون أن يدخل عليها تعديل كبير . وقد كانت الكنيسة من أهم العوامل التى عرقلت التفكير فى العلم فى تلك الفترة المظلمة من التاريخ . ولكن احقاقا للحق نقول ، انه على الرغم من تزمت الكنيسة فى تلك الفترة ، ظهر مفكرون ، تحررت عقولهم ، ونادوا بأفكار جريئة عن الخلق والتطور . ومن بين هؤلاء رجال من أنصار الدين من أمثال « جريجور النساوى » (٣٣١—٣٩٦ م) وأوغسطين (٣٥٣ — ٤٣٠ م) وتوماس اكويناس (١٢٢٥—١٢٧٤ م) حاولوا أن يوفقوا بين نظرية النشوء والتطور وبين قصة الخلق فى الكتاب المقدس بتفسيرات

اجتهادية . ومن ذلك قول اكويناس ، وكان من رجـال الدين البارزين فى عصره « ان الله لم يخلق النباتات كاملة فى اليوم الثالث من أيام الخلق ، وانما هو منح الأرض فى ذلك اليوم القدرة على انبات الأعشاب فبدأت تنبت نباتها ، وتطورت النبـاتات من البسـيطة التركيب الى المعقدة » .

وفى القرون الوسطى أيضا ، أوحت فكرة « تحويل المعادن الى ذهب » التى ابتدعها الكيماويون والفلاسفة العرب الى بعض المفكرين أساسا قويا لنظرية « التولد الذاتى » التى عرفت فيما بعد بنظرية النشوء الأوَّلى ، ومؤداها أن الحياة نشأت من مادة عضوية تحت ظروف طبيعية خاصة .

والواقع أن هذه النظرة القديمة الى طبائع الأشـياء لا يزال لها أنصار عند كثير من العـامة حتى فى وقتنا الحاضر ، دون أن ترتبط فى أذهانهم أية نظرية عن نشأة الحياة نفسها . فكثير من العامة يعتقدون مثلا بأن « دود المش منه فيه » ذلك لأن الفلاح يضع اللبن والجبن فى « بلاص » ويحكم غطاءه ، فلا يلبث أن يجد فيه دودا

بعد مدة ، وهو لا يدرى شيئا عن الأطوار الكامنة للحشرات بطبيعة الحال ، ولا عن نظرية « التعقيم » لقتل الميكروبات ؛ ومثل هذا الدود الذى ظهر انما كان نتيجة لتلوث الاناء أو محتوياته ببويضات الحشرات من قبل أن يحكم غطاؤه .

وكذلك كان الحال فى عهد الاغريق ، وفى القرون الوسطى ، وحتى الى عهد قريب . فقد شاهد الناس فى كل تلك الأزمنة الحشرات تظهر فى اللحم الميت وفى الأوانى التى يتساقط فيها ماء المطر ، واستدلوا بذلك على أن الحى قد يخرج من الميت أو من غير الحى .

واستمر هذا الاعتقاد سائدا حتى بعد أن كشف المجهر بويضات وجراثيم أنواع كثيرة من الحيوانات ، كانت مجهولة من قبل .

وحتى العالم الفرنسى الشهير « بوفون » Buffon فى القرن الثامن عشر كان يعتقد هو الآخر فى نظرية « النشوء الأولى » ، عن تجربة (خاطئة) أجراها ، تتلخص فى أنه أتى باناء فيه ماء ، تعج فيه الكائنات الحية الصغيرة ثم غلى هذا الماء على النار فماتت تلك الكائنات بالحرارة

بطبيعة الحال — ولكن بعد تركه الاناء مدة طويلة وجد أن الحياة بدأت تدب من جديد فى هذا الماء الذى سبق غليه . وهو لم يفطن أن العدوى الجـديدة كانت نتيجة لجراثيم جديدة من الهواء .

وبعد انقضاء قرن واحد من الزمان على هذه التجربة — أثبت العالم الفرنسى باستير L. Pasteur بما لا يدع مجالا للشك — فساد هـذا الاعتقاد — بالتجـربة المحكمة ، بعد أن عزل الاناء عزلا تاما عن الهواء . وأثبت باستير أيضا — الى جانب مكتشفاته العظيمة الأخرى فى علم الميكروبات — أن تلك الكائنات الدقيقة «الميكروبات» هى سبب التعفن والتحلل للأجسام وليست نتيجة له . وكان ذلك أول نصر عظيم للانسـان — أن اكتشـف التعقيم ، ومسببات كثير من الأمراض — من خلال بحثه عن أصل الحياة !

ويعتبر العالم الفرنسى اللامع « لامارك » Lamarck (١٧٤٤ — ١٨٢٩ م) أول من وضع تعريفا علميا للنشوء الأوَّلى ، وذلك فى مستهل القرن التاسع عشر بقوله « انَّ منبع الحياة لابد أن يكون فى البحر ، وليس على اليابسة»

ولابد أن تكون أولى الكائنات الحية قد نشأت فى الماء أو على الأماكن الرطبة ، ولا تزال تتخلق فى مثل هـذه البيئة كائنات أولية هى بين — بين ، على الحد الفاصل بين المادة الحية وغير الحية » . ويعرف لامارك هـذه المادة الأولية بأنها شيء هلامى لا شكل له دبّت فيه الحياة !

وقد توصل لامارك الى هـذا الرأى من دراسـاته الميكروسكوبية الطويلة لأنواع كثيرة جدا من الأحيـاء الدقيقة والأحياء الدنيا .

ويتفق الفيلسوف الألمانى « ارنست هيكل Haekel » مع لامـارك فى هـذا الرأى — وكان فى نفس الوقت لا يعتقد فى صحة تجارب باستير .

وزعم هيكل أنه عثر بالفعل على تلك الكائنات الأولية التى هى أصل الحياة فى مادة هلامية كبيرة تشبه «الأميبا»، لكنها «عديمة النواة» وتتحرك بزوائد كاذبة Pseudopodia تماما كما تفعل الاميبا ، وسـماها « مونيرا » Monera أو « باثيبس » أى «أميبا الأعماق» ومنها نشأت الكائنات الأولية الدنيا وتطورت .

بيد أن بعثة الكشف العلمى الاقيانوسى المسماة ببعثة

« تشالنجر » التى جابت البحـار فى رحلة قطعت خلالها ٦٩٫٠٠٠ ميل فى المدة بين سنة ١٨٧٢ وسنة ١٨٧٦ م ، أثبتت دحض هذا الرأى ، وأن هذا الكائن الخيالى الذى عثر عليه « هيكل » لم يكن الا مادة جيرية لا تنتمى بحال الى البروتوبلازمة أو « مادة الحياة » .

ويعتبر الدكتور فليجر Phleger الألمانى — أستاذ الكيمياء فى جامعة بون أول من حاول تركيب مواد زلالية أولية فى المعمل من غازى الكربون والآزوت (النتروچين) عام ١٨٧٥ ولكنه لم يوفق — وان أمكن تحقيق هـذا الأمر فى القرن العشرين ، بعد تقدم علوم الكيمياء وفهم تركيب هذه المواد . وتعد تجارب فليجر فى الواقع — أول تجارب معملية جديّة فى سبيل تحقيق نظرية نشأة الحياة من مادة غير عضوية .

انتقال بذور الحياة الى الأرض من الكواكب الأخرى :

ولما يئس العلماء فى القرن التاسع عشر من التوصل الى نتائج معملية لاثبات امكان توليد مادة حية من مواد غير حية ، أو حتى تخليق مواد عضوية معقدة من مواد غير

عضوية ، برزت فكرة أخرى كان أول مَنْ نادى بها هو الأستاذ الألمانى ريشتر Richter فى عام ١٨٧٠ ومن بعده الأستاذ هيلمهولز Helmholtz . ومؤدى هذه النظرية أن الحياة نفسها قديمة قدم المادة ولا بد أن تكون جراثيمها ، أى الأطوار الكامنة لها (كبذور النبات أو حويصلات جراثيم الميكروبات ، أو الأطوار ذات البيات أو السكون فى كائنات أخرى) قد انتقلت الى الأرض من الكواكب الأخرى التى فى مجموعتنا الشمسية أو من مجموعة شمسية أخرى على شكل بذور أو جراثيم كونية Cosmozoa تكمن فيها مادة الحياة . وربما تكون تلك الجراثيم قد هبطت الى الأرض مع الشهب أو الرماد الكونى الذى يتساقط على سطح اليابسة والماء . ومن ثم فان الأرض على أساس هذه النظرية لا تعتبر مهدا للحياة وانما هى استقبلتها من الكواكب الأخرى وتبنتها ، ثم تطورت تلك الحياة على سطحها ..

ولا يزال لهذه النظرية مؤيدون — حتى فى وقتنا الحاضر — وأعرف من هؤلاء طبيبا يعيش فى أمريكا ، قضى شطرا كبيرا من عمره فى عمل قطاعات رقيقة لآلاف

العينات من الشهب والنيازك التى تتساقط على الأرض ، وقام بفحصها تحت المجهر المبحث عن وجود مثل هـذه الجراثيم فيها . ويعتقـد هذا الباحث أنه عثر بالفعل على كائنات متحجرة فى قطع النيـازك شبيهة بما يطلق عليها اسم الحفريات فى علم طبقـات الأرض (الجيولوجيا) كبعض الطحالب الزرقاء التى تعيش فى البحار والميـاه العذبة ، وكذلك على أطوار تشبه أطوار الحشرات . وقد عرض مجموعته هذه على أعضـاء الجمعية الجيولوجية الأمريكية منذ سنوات ولكن أحدا لم يقتنع بما رأى ؛ والظن أن حفرياته السماوية كانت نتيجـة أخطـاء فى « التكنيك » الذى اتبعه هذا الباحث فى تحضير شرائحه "Artifacts"

على أن ظهور صور أخرى من الحياة على بعـض الكواكب ، تتفق وطبيعة الظروف السائدة هناك ، انما هو أمر ليس ببعيد الاحتمال على أية حال .

ويرى العالم الروسى فسنكوف Visynkov أن الحياة لا تنتقل من كوكب الى آخر ، وانما هى تولد من جديد ، وبشكل جديد ، يتفق مع ظروف كل كوكب ، كما يعتقد

هذا العالم أيضا أن هناك الكثير من الكواكب الأخرى المسكونة فى هذا الكون ، وان كنا لا نعرف شيئا عن طبيعة هؤلاء السكان كما لم يتح لأحد مشاهدتهم .

ويثور جدل فى موسكو اليوم عما اذا كانت آثار مدينة بعلبك القديمة من فعل رجال من الفضاء هبطوا الى سطح الأرض فى الزمن الماضى وأقاموا هناك محطة فضائية، أم أن تلك الآثار من فعل انسان الأرض نفسه !

ومهما يكن من شىء فنظرية انتقال الحياة من كوكب آخر الى الأرض — مقضى عليها بالفشل من الوجهة العلمية لاعتبارات بينة أهمها :

١ — ان أى جسم كونى يرتطم بالغلاف الخارجى للارض يسخن لدرجة عالية من الحرارة كفيلة بالقضاء على أية حياة فيه ان وجدت ، وقد يحترق كلية .

٢ — ان الاشعاعات النووية القوية الموجودة فى الطبقات العليا من الغلاف الهوائى للأرض كفيلة هى الأخرى بقتل أى حياة تمر من خلالها .

٣ — ان المســافات بين الكواكب وبعضها شاسعة البعد ، لا تقدر فقط بالملايين من الكيلومترات بل أحيانا بالسنين الضوئية[1] ، وليس من المحتمل أن تعمّر بذور الحياة مثل هذا الأمد الطويل ، تحت ظروف قاسية كالتى توجد فى الفضاء الكونى قبل أن تصل الى الأرض .

ومما تقدم يتضح أن الفترة الطويلة التى انقضت منذ التاريخ القديم حتى أوائل القــرن العشرين — لم تثبت خلالها بالتجربة المعملية عملية تولد الحياة من مواد غير عضوية أو عضوية . وان كانت بعض الآراء التى تقدم ذكرها تعد أساسا قويا بنى عليه الجيل اللاحق من العلماء فروضهم فى نظرية نشأة الحياة ومن ذلك :

١ — أن الحياة نشأت أول ما نشأت فى الماء .

٢ — أن الحياة نشأت من مادة غير عضوية فى الأصل ثم تطورت .

---

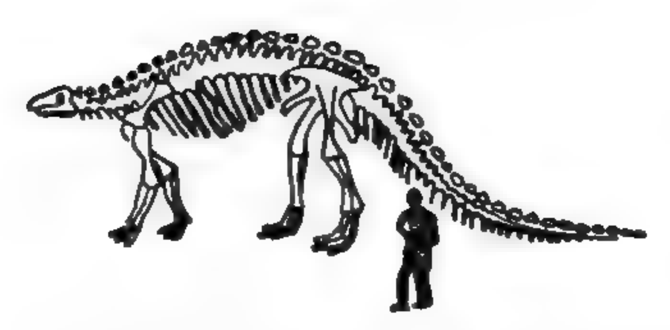
(١) تبلغ سرعة الضوء ١٨٦٫٠٠٠ ميــــل فى الثانية أو نحو ٣٠٠٫٠٠٠ كيلومتر/الثانية • وعلى ذلك فالسنة الضوئية تعادل نحو ١٠ مليون مليون كيلومتر • كما أن المجرة التى تضم كوكبنا يبلغ قطرها نحو ١٠٠ ألف سنة ضوئية •

٢ـ مظاهر الحيــاة على الأرض

موكب الحياة :

إننا لكى نفهم أصل الحياة أو نشأتها يجدر بنـا أولا وقبل كل شىء أن نسأل أنفسنا هـذا السؤال : ما هى الحياة نفسها ؟ ومم تتركب المادة الحية ؟

وسنكرس هذا الفصل للاجابة عن الشق الأول من السؤال فنقول : ان نظرة عامة لمظاهر الحياة من حولنا ترينا ان سطح الأرض نفسها يعج بملايين الملايين من الكائنات الحية التى تختلف فى الجرم والحجم والشكل بين كائنات لا تراها الأبصار المجردة لدقة حجمها وبين كائنات كبيرة الحجم والوزن مثل الفيل الذى يزن بضعة أطنان ، أو الحيتان التى تزن مائة طن أو أكثر وتعيش فى البحار . وفى الحفريات القديمة من العصور الجيولوجية الخالية ، توجد هياكل عظمية لحيوانات أكبر جرما هى حيوانات «الدينوصور» التى تنتمى الزواحف المنقرضة،



هيكل عظمى لحيوان منقرض من الدينوصــورات من عصر الزواحف عاش منذ ٦٠ مليون سنة • قارن النسبة فى الحجم بين هذا الحيوان والرجل الواقف بجانبه •

وقد عمرت هذه الحيوانات الأرض قبل ظهور الانسان بزمن طويل وذلك فى العصرين «الجوراسى» والطباشيرى للحقب الجيولوجى المتوسط — أى منذ حوالى ٦٠—٧٠ مليون سنة مضت . ويقدر وزن الكائن الواحد من تلك المخلوقات العملاقة التى يبلغ طول الواحد منها أكثر من ثلاثين مترا — بضع مئات من الأطنان . ويقال ان سبب انقراضها من على سطح الأرض هو كبر حجمها نفسه الذى أصبح لا يتلاءم مع البيئة التى عاشت فيها ، بعد أن اعتورها الجفاف وقلت فيها النباتات ، فلم تعد تجد حاجتها منه ومن ثم انقرضت من على سطح الأرض .

ان الكائنات الحية التى تعمر الأرض اليوم تعيش فى بيئات متباينة ، وقد اصطلح العلماء على تقسيمها الى مملكتين متباينتين أيضا هما : مملكة النبات ومملكة الحيوان ، وتضم كل مملكة منهما قبائل وفصائل وأجناسا وأنواعا ، بينها وبين بعضها أواصر قرابة وصلات مشتركة ، وقد تعيش الكائنات النباتية مع الكائنات الحيوانية فى نفس البيئة الواحدة متأثرة بنفس الظروف الطبيعية التى توجد فيها من حرارة وبرودة وقلوية أو ملوحة أو وجود

الهواء اللازم للتنفس أو عدمه . ويلاحظ أن كل نوع من أنواع الأحياء قد كيف حيـاته بدرجة كبيرة من الكفاية — أو هو يجتهد أن يفعل ذلك — لظروف البيئة المحيطة به ، حتى لا يموت أو ينقرض ، فهو فى سعى دائم ليحتل لنفسه مكانا فى معمعة الوجود .

ومن أنواع البيئات المتطرفة التى وجدت فيها كائنات حية على ظهر الأرض أماكن قد لا يتصور الانسان امكان قيام الحياة فيها . واذكر لك طرفا من هـذه البيئات الغريبة ، وناهيك بالبيئات الأخرى المعتدلة التى تراها أعيننا كل يوم وتعج بمختلف أنواع الحياة ، فعلى سبيل المثـال :

توجد حياة على سفوح الجبال العالية المغطاة بالجليد الدائم فى بيئة دائمة البرودة ..

توجد حياة فى كهوف الجبال المظلمة على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض فى بيئة رطبة أبدا ..

توجد حياة فى الأخوار البعيدة على قاع البحر على أعماق تنوف على عشرة كيلومترات تحت سطح البحر ! ..

توجد حياة فى البرك والحفر الصغيرة التى تتراكم فيها مياه الأمطار بعد سقوطها ..

توجد حياة فى باطن التربة نفسها تحت سطح الأرض..

توجد حياة تحت الأحجار الصغيرة وقطع الزلط المتناثرة فى الصحراء حيث تصل درجة الحرارة فى الصيف الى ٦٠° مئوية ..

توجد حياة فى عيون الماء الساخنة المتدفقة من باطن الأرض فى درجات من الحرارة تصل الى ٨٠° مئوية .. وهى أعلى درجات الحرارة التى عاشت تحتها أحياء حتى الآن .

وأخيرا — وليس آخرا — توجد أحياء تعيش متطفلة داخل جسم الانسان والحيوانات الأخرى ، أو تعيش متطفلة على النباتات وتمتص عصارتها ؛ كما توجد أحياء تعيش مترممة على الجيف والكائنات الميتة ، كما توجد أيضا أنواع من الأحياء تعيش مع بعضها معيشة تتسم بتبادل المنفعة ولا يستطيع أى كائن بمفرده أن يحيا — لو حرم من رفيقه الذى يتبادل معه المنفعة أو التكافل ،

كالغذاء والحماية من الأعداء . ولنضرب الأمثلة على هذه الحقائق فنقول :

انك لو أخذت حفنة من الجليد الأحمر الذى يتلون بلون وردى أو لون الدم من ثلوج الجبـال القطبية — وفحصتها تحت المجهر لوجدت فيها أحياء مجهرية وحيدة الخلية تعيش وتتغذى وتتنفس وتتكاثر ، وهى تنتمى الى نوع من الطحالب الخضراء استطاع أن يتلون أيضا بصبغة عضوية تعرف « بالهماتين » يدخل فى تركيبها الحديد . ويسمى هذا الطحاب باسم « كلاميدوموناس نيفاليس » Clamydomonas nivalis أو « كلاميدوموناس » الثلوج .

ثم انك لو أخذت عينة من الكهوف المظلمة الرطبة التى توجد فى جبال الألب لوجدت فيها كثيرا من أنواع الحشرات والحيوانات ، وبعضها لا يوجد له مثيل فى أية بيئة أخرى على سطح الأرض ، بل ان بعضا منها ينتمى الى أحياء انقرضت كلية من سـطح الأرض ، ولا تزال آثارها تواصـل الحياة تحت الأرض فى تلك الكهوف .

وكذلك الحال — لو حفرت حفرة فى الرمال الساحلية على الشاطىء كما يفعل الأطفال فى لهوهـم فى المصايف

لوجدت على بعد متر أو أكثر فى داخل الرمـــل الرطب حيوانات مجهرية كثيرة تنتمى الى أجناس وأنواع مختلفة من ديدان وقشريات وغيرها . ومثل هذه الأحياء — كما هو الحال بالنسبة لحيوانات الكهوف تعيش فى بيئـــة مظلمة ، لا يصل اليها ضوء الشمس ، ومن ثمة فليس هناك داع لأن تكون لها عيون ترى بها ، حيث لا موجب للرؤية، ولذلك نجد هذه الأحياء تتصف بالعمى أو على أحسن الفروض تكون لها عيون أثرية لا ترى بها ، ولكنها تحس بما حولها بوسائل أخرى .

وفى عام ١٩٥٠ تمكنت ســفينة البحث الاقيانوسى الدانمركية المعروفة ببعثة « جالاتيا » من أن تجمع أنواعا كثيرة من الحياة من الأخوار البحرية القريبةمن جزر الفيلبين فى المحيط الهادى على أعماق تزيد على عشرة آلاف متر ، بينها البكتريا التى تعيش فى رواسب القاع وبينها أنواع من الأسماك الغريبة وديدان البحر ونجوم البحر وخيار البحر والحيوانات القشرية والسرطانات وغيرها . مثـــل هذه الأحياء تعيش فى بيئة يكتنفها الظـــلام باستمرار ، وتحت برودة دائمة شديدة ، حيث لا تزيد درجة الحرارة

عن درجة التجمد الا بدرجة أو اثنين (١ — ٢° م) ، وحيث الضغط السائد على هذه الأعماق السحيقة يبلغ نحو ١٠٠٠ ضغط جوى . وحين استخرج العلماء هـذه الحيوانات الى سطح المركب ، انفجر بعضها وبخاصـة الأسماك من جراء انخفاض الضغط المفاجىء ، حيث أن الضغط على سطح المركب يساوى ضغطا جويا واحـدا بطبيعة الحـال . كما أننا اذا أخذنا قطرة واحـدة من بركة بها مـاء أو من سطح البحـر وفحصـناها تحت الميكروسكوب لاستطعنا تمييز عشرات الأنواع المختلفة من الأحياء الدقيقة فيها ، بعضها له أهداب تدور كالعجلة، وبعضها له أسواط يضرب بها الماء لينتقل من مكان الى مكان ، وبعضها ليس له أهداب يتحرك بها ، ولكن ربما يتحرك حركة انزلاقية ، وبعضها كالأميبا له أقدام كاذبة تتخذ أشكالا كثيرة فى الدقيقة الواحدة ، وتندفع داخلها مادة الحيوان الحية وبذلك يستطيع أن ينتقل من مكان لمكان .

وفى عيون المياه الساخنة التى يتصاعد منها البخـار وينساب ماؤها حارا ، نجد على جدرانها طحالب زرقاء

تعيش رغدا فى هذه البيئة ، حتى اذا ما نقلت الى ماء بارد فقدت صفة الحياة .

وثمة حيوانات ونباتات دنيئة تكمل دورة حياتها فى أيام قليلة أو خلال ساعات ، ثم تكف عن الحركة والحياة الظاهرة لتنقسم وتتـوالد ، واذا ما جفت بركة المـاء أو سادت ظروف سيئة فى البيئة ، فان مثل هذه الحيوانات والنباتات الأولية — تتحوصل — أى تغلف نفسها بغلاف سميك وينكمش نشاطها الحيوى ، وتترك نفسها للظروف تفعل بها ما تشاء . فاذا ما جفت البركة تماما ، وألهبتها حرارة الشمس فحولت الطمى الرطب المتخلف فيها الى تراب ، ثم هبت ريح عاصف فحملت هذا التراب ، وما به من جراثيم الحياة الى بركة ماء أخرى ، أو الى جدول ماء أو بحيرة — فان تلك الحويصلات أو الجراثيم الساكنة سرعان ما تحس بتحسن الظروف الملائمة للحياة فى هذه البيئة الجديدة وتبدأ حياتها من جديد .

يقول علماء الحيوان ان مثل هذه الحيوانات الدنيئة ، وحيدة الخلية لا تعرف الموت الطبيعى ، بل انها لتحظى بالخلود الجسدى ، ان كان لمثل هذه الكائنات جسم على

الاطلاق . انها فى الواقع وحدات دقيقة من المادة الحية ، مكتفية بذاتها من الناحية الفسيولوجية . وأن كلمة « الموت » التى اصطلحنا عليها لا تطلق الا على الكائن الذى يمتلك جسما — أى له أعضاء مختلفة وأنسجة — ولقد كان نشوء هذا « الجسم » هو الذى أدى الى الموت الطبيعى ، وهو الثمن الذى يدفعه الكائن لامتلاكه الجسم.

ومن ناحية أخرى نجد حيوانات ونباتات أعقد فى التركيب تولد وتتطور وتموت ولا تستغرق حياتها سوى بضعة أسابيع أو شهور كالحشرات المنزلية والفراشات التى تحوم حول اللهب والنار والضوء ، وقد تموت محترقة ، وقد تموت موتة طبيعية .. ثم نظل نتساءل : لماذا تلقى مثل هذه الفراشات بنفسها الى التهلكة ؟ ..

وثمة حيوانات معمرة ، قد تعيش من السنين أكثر مما يعيش الانسان بكثير ، كالسلاحف ، ومستعمرات الحيوانات المرجانية التى قد تعيش مئات السنين .

وثمة نباتات معمرة أكثر من ذلك — مثل شجرة الصنوبر المعروفة بشجرة السيكوايا Sequoia gigantica التى تكوّن الغابة الحمراء Rede Wood التى تعيش فى

كاليفورنيا بأمريكا — ان هذه الشجرة قد تعيش ألفين أو ثلاثة آلاف من السنين أو أكثر من ذلك . ويستدل على عمرها بعدد حلقات النمو التى تظهر على ساقها ، وقد يبلغ قطر جذع الشجرة الواحدة منها نحو ستة أمتار وتستطيع سيارة محملة بالركاب أن تمرق خلال نفق محفور فى هذا الجذع . ومثل هذه الأشجار المعمرة لا يظهر عليها أى أثر من آثار الشيخوخة أو الهرم وهى انما تموت أو تفنى اذا أكلها حيوان وهى صغيرة ، أو تكاثرت عليها الأمراض الطفيلية فى سن معينة أو اذا ما اجتثها الانسان نفسه للافادة من أخشابها .

وثمة صور كثيرة للتكاثر أو استمرار الحياة عند الحيوان والنبات على السواء : منها الانقسام الثنائى البسيط عند الحيوانات والنباتات الدنيا ، ينقسم الكائن بموجبه الى قسمين متشابهين تماما أو لمضاعفات العدد ٢ — ومنها التزرر أو التبرعم : وهو نوع من التكاثر الخضرى عند النبات وبعض الحيوانات الأولية ، ومنها التكاثر الجنسى ويتم عن طريق تكوين « الأمشاج » أو اللاقحات ، بواسطة اندماج خلية ذكرية فى خلية أنثوية ،

وفى أبسط صوره يتم عن طريق اندماج خليتين متشابهتين فى الظاهر تماما ، ولكن من أصول مختلفة ، كما هى الحال فى الأحياء الدنيا .

وثمة نوع آخـــر من التكاثر هو المعروف بالتكاثر العذرى ، وهو احدى وسائل الطبيعة المختصرة ، التى يتم فيها نمو خلية البويضة دون أن تلقحها خلية ذكرية .

ويحدث التكاثر العذرى فى أنواع من الحيـــوانات والنباتات الدنيا أيضا ، ومن أمثلته الواضـــحة الحشرة المعروفة بالذباب الأخضر أو المنّ Aphides فقـــد وجد العلماء منذ زمن طويل أن الأجيال الصيفية لهذه الحشرة تكون كلها اناثا ويمكن لهذه الاناث أن تتوالد توالدا عذريا على مدى أربع سنوات ، دون أن تمسها الذكور ، وذلك فى المعامل والمختبرات . كما يوجد التكاثر العذرى أيضا فى بعض أنواع القشريات كالجمبرى ، وفى الحيوانات الدنيا المعروفة بالمجليات Rotifers .

كما يمكن احداث التكاثر العذرى أيضا صناعيا فى المعمل وذلك بمنبهات آلية كما يحـــدث فى حالة وخـــز بويضات الضفدعة بابرة فانها تنقسم ، أو بمنبهات طبيعية

أو كيميائية ، كما فى حـالة تغيير تركيب المحلول الذى توضع فيه بويضات قنافذ البحـر Sea urchins وذلك باضافة ملح النشادر أو السكر اليه .

النظام البيئى :

وثمة علاقة وثيقة بين الكائنات الحية والوسط الذى تعيش فيه : فالكائنات الحية تتأثر بالعـوامل الطبيعية والكيميائية فى الوسط الذى تعيش فيه ، كما أنهـا هى الأخرى تؤثر فى هذا الوسط . والبيئات المتقدم ذكرها التى تعيش فيها الحيوانات والنباتات تمثل أنظمة متكاملة أو وحدات مستقلة قائمة بذاتها هى التى نسميها بالأنظمة البيئية Ecosystems .

ويشمل النظام البيئى مجموعة الكائنات الحية التى تعيش فيه ، بجانب الطاقة اللازمة لهذا النظام . أو بمعنى آخر فالأنظمـة البيئيـة هى أنظمـة ديناميكية وليست استاتيكية ، أى أنظمة متحركة وليست ساكنة .

وتحكم الأنظمة البيئية قوانين مضبوطة ، وهى أنظمة تتكون من وحدات كبيرة ووحدات صـغيرة بينها وبين بعضها ارتباط وثيق .

خذ على سبيل المثال نظاما بيئيا كالبحر أو المحيط .

ان هذا النظام له خواص طبيعية وكيميائية معينة :

فماء البحر أو المحيط وهو الوسـط الذى تعيش فيه الكائنات له ملوحة معينة ثابتة تتراوح بين ٣٥ — ٣٨ فى الألف أى أن فى كل لتر واحد من ماء البحر ، يوجد نحو ٣٥—٣٨ جراما من الأملاح ، والأملاح المذكورة وأهمها كلوريد الصوديوم تذوب فى ماء البحر بنسبة معينة ثابتة واليك تركيز الأملاح الشهيرة فى اللتر الواحد من ماء البحر أو المحيط :

كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)	= ٢٧ر٢١٣ جراما
كلوريد المغنسيوم	= ٣ر٨٠٧
سلفات المغنسيوم	= ١ر٦٥٨
سلفات الكلسيوم	= ١ر٢٦٠
سلفات البوتاسيوم	= ٠ر٨٦٣
بروميد المغنسيوم	= ٠ر٠٧٦
كربونات الكالسيوم	= ٠ر١٢٣
يـود	= آثار ضئيلة
المجموع	٣٥ جرام

ويحتوى ماء البحر أيضا على نسب ضئيلة جدا من العناصر النادرة كالفوسفور والنتروجين والمنجنيز والحديد والنحاس والنيكل والفاناديوم والاسترونشيوم والذهب والفضة والبلاتين واليورانيوم والراديوم وغيرها من العناصر المشعة .

ويختزن البحر الحرارة من أشعة الشمس ببطء ويصرفها ببطء . وتتراوح درجة حرارة البحار بين درجة أو درجتين فى الأعماق السحيقة أو فى المناطق الباردة وبين ٣٠ درجة مئوية على السطح فى فصل الصيف فى المناطق الاستوائية ، ومن ثم فالبحر أو المحيط أو الاقيانوس هو وسط متجانس سواء بالنسبة لتركيز الأملاح الذائبة فيه أو لحدود الحرارة اللازمة للأحياء التى تعيش فيه .

وثمة علاقات طبيعية وثيقة تربط ما بين الغلاف المائى (البحر) والغلاف الهوائى (الجو) تتحكم فيها قوانين الضغط والحرارة ، اذ تذوب كمية من الغازات من الغلاف الهوائى فى البحر ، كما يتصاعد قدر معلوم من ماء المحيط الى الغلاف الجوى على هيئة بخار الماء .

ويخترق الضوء ماء البحر وفقا لنظام معلوم أيضا

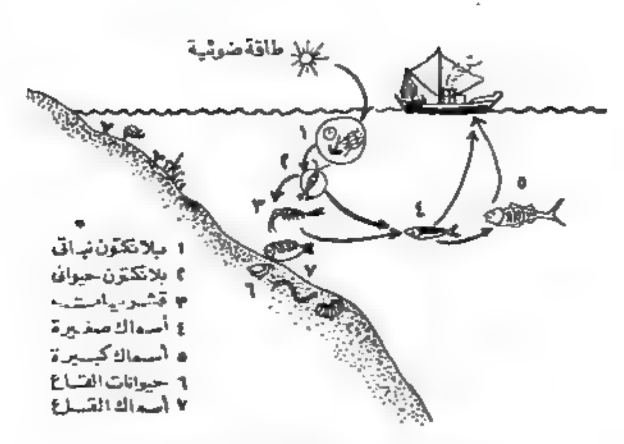
فالاشعاعات الضوئية ذات الموجات الطويلة كالأشعة الحمراء تمتص فى الطبقات العليا بينما تنفذ الموجات القصيرة كالأشعة الزرقاء والبنفسجية الى أعماق أبعد .

وفى البحر أملاح مغذية كالفوسفات والنترات لها دورة معلومة فى هذا النظام تسير فى حلقة متكاملة بين السطح والقاع ، ويساعد على حركتها التيارات الصاعدة والتيارات الهابطة . وللتيارات البحرية فى حد ذاتها قوانين تتحكم فى سيرها فهى تتأثر بالرياح وبقوة دوران الأرض حول محورها ، وبقوى المد والجزر ، وباختلاف درجات الحرارة وكثافة الماء .

ان هذا الوسط أو النظام تتحكم فى كل نقطة منه قوانين طبيعية محكمة .

فماذا اذن عن سكان هذا الوسط أو الأحياء التى تعيش فيه ؟ . انها هى الأخرى ترتب نفسها فى مجاميع أو عشائر تعيش كل عشيرة منها فى البقعة الملائمة لحياتها من هذا النظام المتكامل ، وتربط أفراد العشيرة الواحدة علاقات محكمة أيضا .

ففى المائة متر العليا أو نحو ذلك من ماء البحار



دورة الغذاء فى النظام البيئى البحرى

١ ـ انتاج المواد العضوية بواسطة كائنات البلانكتون النباتى والطاقة الضوئية .

٢ ـ الحلقة الأولى للاستهلاك بواسطة كائنات البلانكتون الحيوانى .

٣ ـ الاستهلاك بالحيوانات القشرية كالجمبرى .

٤ ـ تأكل الأسماك البلانكتون الحيوانى والجمبرى

٥ ـ تأكل الأسماك الكبيرة الأسماك الصغيرة

٦ ـ تتغذى حيوانات القاع كالديدان وغيرها على المواد العضوية المتحللة .

٧ ـ تتحلل المخلفات العضوية والاجسام الميتة على القاع وتنتج أملاح الفوسفات والنترات .

والمحيطات — تعيش كائنات حية مجهرية هائمة تدفعها التيارات والرياح هى «البلانكتون» . وعشيرة البلانكتون المذكورة تعيش فى هذه المنطقة العليا من البحر احكمة معاومة ، فبين أفرادها كائنات تحتوى على مادة الكلوروفيل وتنتمى للمملكة النباتية ويطلق عليها اسم البلانكتون النباتى Phytoplankton وهذه الكائنات تمتص الطاقة الضوئية التى تخترق ماء البحر فى الطبقات العليا لتبنى المواد العضوية المعقدة مثل السكريات والبروتين والدهون . وتتكاثر هذه الكائنات بسرعة عجيبة متأثرة بالعوامل السائدة فى الطبقات العليا من الماء : كالضوء والأملاح المغذية والحرارة والتيارات المائية . ويطلق على تلك الكائنات أيضا اسم « موالدات الغذاء » ذلك لأن لها وحدها — بين أحياء البحر جميعا — القدرة على بناء المواد العضوية المعقدة ، وذلك عن طريق عملية التمثيل الكلوروفيللى أو التمثيل الضوئى .

ويتغذى على البلانكتون النباتى كائنات أخرى أكبر حجما تسمى البلانكتون الحيوانى Zooplankton ، وهذه الكائنات وان كان فى استطاعتها أن تعيش على

على أعمـاق أبعد من مائة متر أو مائتين ، الا أن مجالها الحيوى هو نفس المجال الذى يعيش فيه البلانكتون النبـاتى .

وتتغذى الأسماك على الزوبلانكتون وتأكل الأسماك الكبيرة الأسماك الصغيرة .

وعند موت الجميع : البلانكتون النباتى والبلانكتون الحيوانى والأسماك الصغيرة والأسماك الكبيرة — تتحلل أجسامها بفعل البكتريا على قـاع البحر . ونتيجة لـهذا التحلل تتحول المواد العضوية المعقدة الى مواد غير عضوية بسيطة التركيب كأملاح النترات والفوسفات وكل ذلك يتم بفعل البكتريا .

وعلى قاع البحر حيوانات أخرى تعيش فى الطمى كالديدان والقشريات وتأكل المواد العضوية المتحللة ، وعليها تعيش أسماك القاع ، وهذه وتلك أيضا يدركها الموت والتحلل ان لم تفترسها حيوانات أخرى .. وهلم جرا .

وتحمل التيارات الصاعدة الأملاح المغذية من القاع الى الطبقات السطحية للماء حيث تمتصها كائنات البلانكتون النباتى وتبنى المواد العضوية المعقدة مرة أخرى . وتتم

هذه الدورة بانتظام كل يوم منذ بدء الحياة على الأرض الى يومنا هذا . ويمكن تلخيص هذه الدورة فى الخطوات أو المراحل الآتية :

١ ــ مرحلة بناء المادة العضوية
٢ ــ مرحلة استهلاك المادة العضوية
٣ ــ مرحلة الموت والتحلل بالبكتريا
٤ ــ مرحلة استعادة الأملاح المغذية (غير العضوية البسيطة) الى السطح .

أما عن الطاقة اللازمة لهذا النظام : فهى أشعة الشمس بطبيعة الحال ، وهذه تختزن عن طريق امتصاصها بواسطة المادة الخضراء أو الكلوروفيل على شكل مواد عضوية سكرية أو بروتينية أو دهنية فى خلايا البلانكتون ، وعندما تأكلها العشائر الأخرى فى البحر تتأكسد وينطلق جزء من الطاقة المختزنة مرة أخرى للقيام بالعمليات الحيوية الكائن الحى من تنفس وحركة وتوالد .

ولتوضيح العلاقات الوثيقة بين أفراد العشيرة الواحدة من الكائنات الحية البحرية ، تأخذ مستعمرة من المستعمرات المرجانية التى تعيش على ساحل البحر الأحمر:

مثل هـذه المستعمرة تحتـوى على مجمـوعة رئيسية أو أساسية من الكائنات البحرية هى حيـوانات المرجان نفسها التى تبنى هياكلها من مادة جيرية . هذه المستعمرة تعيش فى ماء صاف ذى درجات من الحرارة مرتفعة المعدل وتحصل الحيوانات المرجانية التى تعيش فى ثقوب هذه المستعمرة على غذائها عن طريق ترشيحه بأهداب خاصة لها من ماء البحر نفسه . وتشكل المستعمرة نفسها قاعدة تنمو عليها أنواع من الطحالب البحرية الخضراء والزرقاء والحمراء والبنية ، ولكل نوع من هذه الطحالب مجال حيوى أو بقعة مختارة يعيش فيها يسميها علماء البيئـة « الحيز » Niche ، هى أفضل الأماكن الصالحة لنموه فى العشيرة . فثمة طحالب تعيش فى الشقوق المعتمـة أو القليلة الاستضاءة ، وثمة أخرى تعيش على سـطح المستعمرة لأنها تفضل قدرا أكبر من الضوء وهلم جرا . وفى المستعمرة المذكورة أيضـا تعيش أنواع معينـة من الأسماك تعرف بأسماك الشعب المرجانيـة ذات ألوان زاهية فى خطـوط أو بقـع ، كما تعيش على الطحالب حيوانات رخوة من فصيلة البزق Nudibranchs ، وثمة

مماثلة أو تشابه بين لون الطحالب ولون تلك الكائنات حتى لا تكون فريسة سهلة لأعدائها ، ويشكل تماثل اللون هذا فرصة أكبر للحياة لمثل هذه الكائنات التى ليس لها هيكل أو صدفة تحميها . ومع أنواع معينة من حيوان المرجان أو زهور البحر التى تحتوى على زوائد لاسعة نجد نوعا معينا من الأسماك يعيش على فضلات الغذاء . كما نجد نوعا من الطحالب البدائية يعيش عيشة منفعية فى أغشية بعض المرجانيات أو الأصداف ، ويقال ان مثل تلك الطحالب وحيدة الخلية التى تعيش متكافلة مع الحيوان تخلص الحيوان من بعض افرازاته الضارة فتمتصها كما أن ثمة قولا بأن الحيوان نفسه يتغذى عليها .

وتتأثر أفراد العشيرة الواحدة بدرجات الحرارة التى تقع بين النهاية الصغرى والنهاية الكبرى المجموعة كلها — ولو أن لكل نوع من الأنواع التى فى العشيرة قدرة احتمال معينة ودرجة مثلى يفضل العيش تحتها ، وهـذا هو السبب فى كثرة انتشار نوع واحد من الكائنات فى عشيرة بعينها — ويسمى النوع السائد — وندرة أو قلة أفراد الأنواع الأخرى ..

هذه كلها لمحات بسيطة تلقى بصيصا من الضوء على اختلاف الحيــاة وتنوعها على ســطح الأرض ، وعلى الوشائج الوثيقة التى تربط الأحياء بالبيئة أو الوسط الذى تعيش فيه .

خصائص الكائنات الحية :

ومما تقدم يمكننا أن نستخلص بعض مميزات أساسية الكائنات الحية عموما تفرقها عن الجماد أو الكائنات غير الحية وهى :

١ — الحركة : وهى مقدرة الكائن الحى على تغيير مكانه فى الوســط الذى يعيش فيــه وقد لا تستلزم الحركة تغيير المكان فى كل الأحوال فثمة كائنات حية مثبتة كحيوانات المرجان مثلا ولكن حتى هذه لها أهداب تتحرك لترشيح الغــذاء .

وتتطلب الحركة قدرا من الطاقة وهذه يحصل عليها الكائن الحى عن طريق احتراق الغــذاء .

٢ — التنفس : ويتم التنفس عن طريق احتراق الغذاء أيضا أو أكسدة المواد العضوية لانطلاق الطاقة . ويلزم لهذا التفاعل وجود الأكسجين وينتج عنه ثانى أكسيد الكربون ويسمى هذا النوع السائد فى أغلب الأحياء بالتنفس الهوائى . وثمة نوع آخر هو التنفس اللاهوائى كما فى بعض أنواع البكتريا والخميرة ويتم فى غياب الهواء بمساعدة انزيم خاص وتسمى هذه العملية بعملية التخمر وينتج عنها ثانى أكسيد الكربون وكحول .

٣ — التغذية : وتختلف التغذية فى الحيوان عنها فى النبات . فالنباتات الخضراء تمتص غذاءها من مواد غير عضوية بسيطة ذائبة فى التربة أو الماء وتحوله الى مواد عضوية معقدة كالسكريات والنشويات والدهن والبروتينات . أما الحيوانات فتحصل على غذائها بطريق مباشر أو بطريق غير مباشر من النباتات . وتتطلب التغذية عملية تمثيل حيوى أو تمثيل غذائى :

وفيها يحول الكائن الحى المركبات المعقدة التى لا يستفيد منها جسمه بحالتهـا الى مركبات يستفيد منها جسمه وذلك بعمليـة بناء للمادة البروتينية المميزة له .

وينتج عن العمليـات المذكورة افـراز أو اخراج للفضلات .

٤ — النمو : وهو عملية توازن بين كمية الغـذاء الممتصة والكمية المطلوبة لانتاج الطاقة اللازمة للوظائف الحيوية للكائن ، فاذا زادت الأولى عن الأخرى أضيف الناتج لنمو الكائن وزاد وزنه .

ومعدل زيادة الوزن كبير فى أطوار النمو الأولى عنه فى الأطوار المتأخرة .

وبعض الكائنات سريعة النمو فالبكتريا مثلا تنمو فى وسط ملائم لنموها لتنتج ملايين كثيرة فى مدة قدرها أربعة وعشرون ساعة . ويتبع النمو فى مثل هذه الكائنات عمليـة انقسام سريع أو تكاثر .

٥ — التكاثر : وهو قدرة الكائن الحى على انتاج أفراد مشابهة له .

ويتم التكاثر بطرق مختلفة حسب أنواع الكائنات الحية فهناك الانقسام البسيط ، والتكاثر اللاجنسى ، والتكاثر الجنسى كما سبق أن نوهنا .

٦ — التطور : وهو القدرة على الانتقال المطرد من البساطة الى التعقيد فى الشكل والبنية . فحبة القمح مثلا اذا وضعت فى الأرض نمت وكونت بادرة ثم نباتا كاملا يحمل أوراقا وسنابل ويختلف كلية عن الحبة الأولى نفسها . وكذلك الأمر فى المراحل التى يمر بها الجنين من البويضة الى الكائن الحى .

٧ — القدرة على التكيف : وتعتبر قدرة الكائنات الحية على التكيف لعوامل البيئة المحيطة بها من مميزات الحياة ، فالحيوان يسعى للحصول على غذائه ، واذا أنهكه التعب استراح

وعوض ذلك بالغذاء ، واذا بلى جزء من خلاياه جددها تلقائيا . والكائن الحى يستجيب للمؤثرات الخارجية ويتميز بالقدرة على التحكم فى استجاباته وبالقدرة على اختزان الخبرات . فالخبرة الفردية للكائن الحى حتى فى أبسط أنواع الكائنات لها أثر فى الاستجابات التالية له .

وتختلف النباتات عموما عن الحيوانات فى أن الأولى تستطيع القيام بعملية التمثيل الكلوروفيلى لوجود مادة الكلوروفيل فى خلاياها ، كما تحتوى خلاياها على مادة السيليولوز ، ثم انها وبخاصة النباتات الراقية لا تستطيع الحركة ، وان كانت بعض النباتات مثل عباد الشمس تنتحى لمواجهة الضوء ، كما أن أوراق نبات الست المستحية تنكمش باللمس ، وبعض النباتات التى تتغذى على الحشرات تقفل مصراعيها اذا هبطت فوقها حشرة . ان مثل هذه الحركات لا تحدث نتيجة وجود جهاز عصبى فى النبات بالطبع ، ولكنها تتم بعمليات فسيولوجية بالغة التعقيد .

٤ ـ المــادة الحيــة

أما وقد وصفنا بعض مظاهر الحيــاة على سطح الأرض ، وعلمنا الصفات الأساسية للكائنات الحية التى تميزها عن الكائنات غير الحية ، فيجدر بنا قبل أن نفهم أصل الحياة أو كيف نشأت أن نتفهم أيضا تركيب المادة الحية نفسها ، ويتضح ذلك من دراسة الخلية الحية نفسـها .

الخــلية :

اننا لو نظرنا الى جميع الكائنات الحية النباتية منها والحيوانية ، البسيطة منها أو معقدة التركيب لوجدنا أنها تتركب من وحدات أساسية هى الخلايا ، التى تعتبر بمثابة قوالب الطوب أو اللبنات التى يبنى منها جسم الكائن الحى .

وفى الكائنات الراقيــة تتخصص الخلايا ، كما تتحد

الخلايا التى من نوع واحد لتكون أنسجة : كالأنسجة العضلية أو العصبية أو الضامة فى الانسان ، وتتحد الأنسجة لتكون أعضاء كما هو معروف ، وتستطيع الأنسجة أن تجدد الخلايا التى تبلى منها ، كما أن لكثير من الأنسجة القدرة على النمو فى محاليل ذات خواص معينة خارج جسم الكائن نفسه . ولقد نشأت فى السنين الأخيرة معامل متخصصة فى زراعة الأنسجة لاستخدامها فى العمليات الطبية أو فى دراسة مرض السرطان وغيره من الأمراض باجراء التجارب على مثل هذه الأنسجة ، كما يقوم الأطباء باستخدام أنسجة نزعت من أجسام حديثة الموت لترقيع أنسجة أخرى حية ، كما فى عمليات ترقيع القرنية التى تجرى اليوم بمهارة فائقة .

والخلايا الحية دقيقة الحجم جدا لا ترى بالعين المجردة — فيما عدا خلايا بعض الألياف النباتية التى يبلغ طولها بضعة مليمترات أو أكثر .

ونظرا لدقة حجم الخلية فلم تكن معروفة الا فى نهاية القرن السادس عشر حين ابتكر العالم الهولندى ليفينهوك Laevenhoeck الميكروسكوب سنة ١٥٩١ م ونظر من

خلاله الى نبات الخميرة ، وحتى هذا الميكرسكوب كان بدائيا محدود القدرة على التكبير ، ومن ثم فلم يكن من السهل تمييز التراكيب التى تحتويها الخلية الحية .

ولبيان دقة تركيب الخلية الحية يمكننا أن نتصور أن مخ الانسان يحتوى على نحو ١٢ ألف مليون خلية أى ما يقرب من أربعة أمثال عدد سكان العالم كله .

واذا نظرنا الى الخلية الحية من خلال الميكروسكوب الحديث لوجدنا أنها تشبه الصندوق أو العلبة أو قالب الطوب ، ولها غلاف خارجي يحتوى بداخله على مادة الحياة نفسها أو البروتوبلازمة ، وعلى مركز واع هو نواة الخلية .

البروتوبلازمة :

وكلمة بروتوبلازمة تتركب من مقطعين : الأول Proto ومعناه « أولى » و Plasma ومعناها شكل ، أى المادة الأولية .

والبروتوبلازمة مادة هلامية القوام ، محببة ، نصف شفافة ، تارة نصف سائلة وتارة نصف صلبة أى انها سيولة

معينة وهذه من صفات المحاليل الغروانيــة Colloidal Solutions ، وهى محاليل تتميز بأن فيها وسطا انتشاريا يتركب من محلول تذوب فيه مركبات عضوية وأملاح غير عضوية ، ثم مادة منتشرة غيرذائبة تتركبمن دقيقات غاية فى الصغر ، فاذا ما قل الماء فى الوسط الانتشارى ازدحمت الدقيقات العالقة فيكتسب المحلول الغروانىصلابة ، واذا ما كثر الماء صار المحلول أكثر سيولة .

وحالة الصلابة والسيولة تتم فى البروتوبلازمة بسرعة عظيمة ، ويتم هذا التحويل باختلاف الخواص الطبيعية والكيميائية : كتغير الحرارة أو امتصاص الماء وما الى ذلك . والمحاليل الغروية عموما بالنظـر لاحتوائها على حبيبات دقيقة منتشرة فى المحلول ، فان لها سطحا كبيرا جدا ، تتم التفاعلات الكيميائية عليه . ولتقريب ذلك الى الذهن نقول اننا لو أخذنا كتلة صـماء من الفحـم أو الكربون على شكل مكعب طول كل ضلع فيه سنتيمتر واحد فان مساحة هذا المكعب هى ٦ سنتيمترات فقط ، . أما لو سحقنا هذا المكعب وحولناه الى جزيئات صغيرة

كالتراب فان مثل هذه الجزيئات يمكن أن تغطى مساحة كبيرة جدا من الأرض .

والجزيئات المحاليل الغروانية أيضا القدرة على الامتصاص السطحى وهى الظاهرة المعروفة «بالامتزاز» ولهذا السبب ينصح الأطباء لمرضى المعدة بتناول مسحوق الفحم لأن حبيباته تمتص الغازات والمواد الضارة .

ويتراوح قطر الجزيئات والحبيبات الغروية المنتشرة فى البروتوبلازمة بين ١٠٠٠٠٠ر٠ — ١٠٠٠ر٠ من المليمتر، وهى فى حركة دائمة كأنها تتراقص فى مساحة محدودة ، وتسمى هذه الحركة بحركة براون Brownian movement نسبة لمكتشفها .

ونظرا لاحتواء البروتوبلازم على مثل هذه الحبيبات الغروية فانه يكتسب سطحا كبيرا بالنسبة الى حجمه ، وعلى هذا السطح الكبير يمكن أن تحدث التغيرات الكيميائية والطبيعية .

والبروتوبلازم مع هذا متجانس التركيب وبداخله أغشية رقيقة لا ترى بالمجهر العادى ، وتغير موضعها من وقت لآخر ، وهى بذلك تشكل حدودا لمناطق تتم فيها

تفاعلات مختلفة فى وقت واحد بداخل الخلية نفسها .

وتحتوى البروتوبلازمة على أكثر من ٧٥٪ من وزنها ماء ، يوجد فيه خليط معقد من المواد البروتينية والكربوايدراتية والدهنية والأملاح غير العضوية والأنزيمات التى تساعد على اتمام التفاعلات الحيوية ، ومواد معقدة أخرى . ورغم هذا فالبروتوبلازم ليس مزيجا كما اتفق ، وانما هو كل متكامل ، وتذوب فيه الأملاح على هيئة أيونات أو كهيربات سالبة وموجبة ، وله جهود كهربائية معينة ، كما يستطيع توصيل التيار الكهربائى .

وتتركب البروتوبلازمة من الناحية الكيميائية من عدد كبير من العناصر المعروفة أهمها الأكسجين والكربون والايدروجين والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والصوديوم والكبريت والكلور والمغنسيوم ، والكوبلت ، واليود ، وغيرها . وتتحد هذه العناصر ، بعضها مع البعض لتكون عددا من المركبات العضوية المعقدة .

ونظرا لأهمية هذه المواد فى التفاعلات الحيوية التى تحدث فى الخلية فسنذكر شيئا عن تركيبها .

١ — المواد الكربوايدراتية : وهى مواد عضوية تتركب جزئياتها من عناصر الكربون والايدروجين والاكسيجين ونسبة العنصرين الأخيرين فيها هى ٢ : ١ وهى نفس النسبة الموجودة فى الماء . ومن أمثلتها المواد السكرية المختلفة مثل سكر العنب أو الجلوكوز وسكر الفواكه أو الفركتوز وهى أحادية التسكر . ثم سكر الشعير أو المالتوز وسكر القصب أو السكروز وهى ثنائية التسكر ثم النشا والنشا الحيوانى أو الجليكوجين وهى عديدات التسكر وتتكسر سكر القصب اذا غلى مع حامض أو بفعل الانزيمات فيتحول الى سكر عنب وسكر فواكه .

والسكريات عموما وظيفتها الأساسية امداد الجسم بالطاقة .

٢ — المواد الدهنية : وهى مواد عضوية تتركب جزيئاتها أساسا من عناصر الكربون والايدروجين والاكسيجين . وتتكون من

شق حمضى هو الأحماض الدهنية مثل حامض البالمتيك وحامض الأوليك وحامض الاستياريك ، وشق قاعدى كالجلسرين . ومن أمثلتها الدهون والزيوت ، وهى تمد الجسم بكمية هائلة من الطاقة .

وقد تتحد الدهنيات بالفسفور لتكون الفسفوليبدات ومن أمثلتها الليسيثين Lithesin الموجود بكثرة فى صفار البيض .

٣ — المواد البروتينية : وهى مواد عضوية مكونة من الكربون والايدروجين والأكسجين والنتروجين وبعض الكبريت والفسفور . وهى تتكون من وحدات بنائية تعرف بالأحماض الأمينية ، وظيفتها الأساسية هى بناء أنسجة الجسم وتعويض التالف منها .

وجزيئات البروتين معقدة جدا ، ووزنها الجزيئى كبير أيضا . وتترتب فيها الأحماض الأمينية على نسق خاص وبطرق مختلفة لتكون سلاسل أو حلقات متصلة . ولم

يتيسر بناء مثل هذه السلاسل أو الحلقات حتى الآن صناعيا .

ولكل نوع من الأحيـــاء بروتينـات مميزة له .

ومن أمثلة المواد البروتينية : زلال البيض (الالبومين) و « الفبرين » الموجـود فى الدم و « الكازين » الموجـود فى اللبن ، و « الجلوبين » الذى يتحد مع الحـديد ليكون الهموجلوبين فى الدم أيضا .

وتحتـوى البروتوبلازمة أيضـا على فجوات تتجمع فيها الغـازات أو الفضلات المتخلفـة من العمليات الحيوية وبخاصة فى الكائنات الأوليـة . ويتضح ذلك أيضا من تركيب حيوان الأميبا ، وحيد الخلية .

النواة :

وفى داخل كل خلية نواة ، فيما عدا بعض الحالات النادرة مثل كريات الدم الحمراء فى الثدييات .

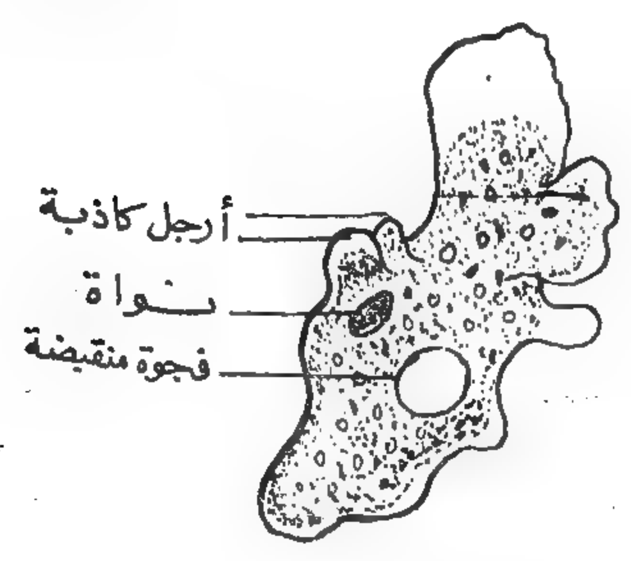
وتعتبر نواة الخلية بمثابة المركز الواعى أو «العقل» المنظم التفاعلات الحيوية فى الخلية نفسها . واذا فصلنا النواة عن البروتوبلازمة فان أيا منهما لا يستطيع أن يعيش وحده .

ويحيط بالنواة غلاف رقيق يتميز بقدرته على انتقاء ما يسمح بمروره الى الداخل أو الخارج من جزيئات المواد والغازات ويضم هذا الغشاء عالما آخر صغيرا ، أهم ما فيه جسيمات عضوية دقيقة تسمى الكروموسومات أو الصبغيات ، عددها ثابت فى كل نوع من أنواع الكائنات الحية وتلعب دورا هاما فى انقسام الخلية وفى انتقال صفات الوراثة من جيل الى جيل[١] . وعدد هذه الكروموسومات فى الانسان مثلا هو ثمانية وأربعون وفى الكلب ثمانية وسبعون وفى الدجاجة المنزلية ثمانية عشر وفى نبات الورد أربعة عشر أو مضاعفات هذا الرقم . وفى عملية انقسام الخلية فى التكاثر الجنسى

---

(١) انظر كتاب قصة التطور للمؤلف وهو الكتاب الرابع من سلسلة كتب المكتبة الثقافية .

يختزل عدد الكروموسومات فى كل من الخلية المذكرة والخلية المؤنثة الى النصف ، وعند اتحاد الخلية المذكرة مع الخلية المؤنثة لتكوين البويضة الملقحة أو الجنين يعود عـدد الكروموسومات الى أصله مرة أخـرى . وتعرف عملية الانقسام المذكورة بالانقسام الاختزالى .



حيوان الأميبا وحيد الخلية مكبرا مئات المرات

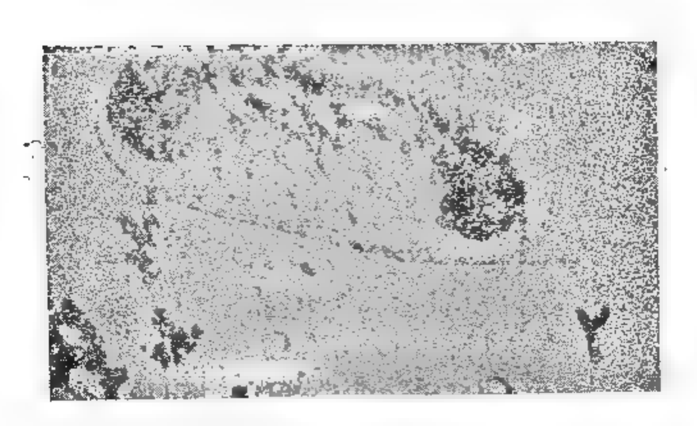
٥ ـ التفاعلات الكيميائية فى الخلية الحية

إن معرفة تركيب المادة الحية نفسها ممثلة فى الخليـة وما تحـويه من بروتوبلازم ونواة وتراكيب أخـرى لا يعنى كل شىء لكى نفهـم معنى « الحياة » ولكن ينبغى أيضا أن نعرف كيف تقوم المادة الحية بالتفاعلات الكيميائية المعقدة التى تحدث داخل الخليـة .

ولعل من أهم أسباب قصور البحث العلمى فى أصل الحياة ونشأتها خلال القرن الماضى والى عهد متقدم من القرن الحالى يرجع أساسا الى عدم الفهم الدقيق للخلية الحية وآلية العمليات المعقـدة التى تقـوم بها بمنتهى السرعة والكفاءة ، ومرد ذلك ولا شك يرجع الى قصر الوسائل التى استعان بها العلماء الأوائل فى أبحاثهم . فالمجهر الذى استخدموه حتى الحرب العالمية الثانية كان ولا يزال محدود القدرة والتكبير رغم التحسن الكبير

الذى أدخل عليه ، كما أن ماهية التراكيب الدقيقة التى تحتويها الخلية الحية كانت هى الأخرى مجهولة ، ثم ان وسائل الكشف الكيميائى والفيزيائى التى استخدموها لم تكن بالتقدم الذى هى عليه الآن .

وفى خلال العشرين السنة الأخيرة فقــط ، خطت علوم البيولوجيا خطى واسعة نتيجة للتقدم الباهر الذى حدث فى علوم الكيمياء العضوية والحيوية وفى الفيزياء الحيوية بوجه خاص . وتمكن العلماء من ابتكار أجهزة جديدة تستطيع التكبير لآلاف من المرات والنفــاذ الى أدق تراكيب الخلية التى قد توجد بكميات متناهية فى الصغر ، وكذلك اهتدوا الى وسائل الكشف الدقيق عن الجزيئات العضوية المعقدة وبيان تركيبها وبخاصة المواد البروتينية . وكانت هذه الأجهزة وطرق الكشف الجديدة بمثابة الأسلحة التى وجهها العلماء لغزو قلعة الحيــاة المنيعة لمعرفة أسرارها . وفوق كل ذلك ، تقدم العلم أيضا بتضافر جهود علماء من ذوى اختصاصات مختلفة يكمل بعضها بعضا .



البكتريا تحت المكرسكوب الألكتروني مكبرة ٣٠ر٠٠٠ مرة

ومن المبتكرات الجديدة التى كان لها أثر كبير فى الكشف عن أسرار الخلية الحية يمكننا أن نذكر :

١ — المكرسكوب الالكترونى الذى أظهر خفايا تركيب البكتريا والبكتريوفاج والفيروس .

ويعمل بواسطة سيال الكترونى ناتج من سلك ساخن من معدن التنجستن . ويسير هذا السيال داخل فراغ ، ثم يقع مثلا على شريحة رقيقة جدا من المادة المراد دراستها والموضوعة على سطح حساس للضوء ، حيث يمكن تسجيل صورة مكبرة للجسم ويمكن التكبير بواسطة هذا المكرسكوب الى نحو ربع مليون مرة .

٢ — أجهزة التحليل الكهربائى للمواد البروتينية المعقدة Electrophoresis

٣ — جهاز الترسيب بالقوة الطاردة المركزية العالية الذى يدور مئات الآلاف من اللفات فى الدقيقة الواحدة ويرسب البروتينات تبعا لوزنها الجزيئى Ultracentrifuge .

٤ — جهاز الكشف الحيودى بالأشعة السينية الذى يعرف بواسطته تركيب هيكل جزيئات

المادة أو بلوراتها ومواقع الكهارب منها
X-Ray diffraction patterns

٥ — أجهزة الكشف الاسبكتروفوتومترى أو « المطياف الضوئى » وكذلك طرق الكشف المعروفة بالكشف الكروماتوجرافى
Spectrophotometry and Chromatography

٦ — استخدام النظائر المشعة .

وعلى ضوء هذه الوسائل الجديدة اتجه العلماء الى بحث آلية التفاعلات التى تحدث فى الخلية الحية . ومن أهم خصائص مثل تلك الخلية هى :

١ — القدرة على القيام بالتفاعلات الكيميائية أو العمليات الحيوية اللازمة للكائن الحى .

٢ — القدرة على التكاثر أو استمرار الحياة على نفس الصورة .

الأمر الأول :

كيف تحدث التفاعلات الكيمائية فى الخلية ؟

لقد أضحى من المقرر أن جميع التغيرات البيوكيميائية أو الحيوية التى تحدث فى الخلية تقوم بها جزيئات

بروتينية معقدة التركيب تعـرف باسم الأنزيمـات أو الخمائر وظيفتها أنها تساعد على احداث التفاعل ولكنها لا تدخل فيـه ومن ثم تعتبر بمثابة « العامل المساعد » .

وتتصف الأنزيمات بصفات عامة أهمها :

١ — تزيد سرعة التفاعلات الكيميائية بمعدل كبير.

٢ — لا تتحد بالمواد الناتجة من التفاعل .

٣ — انها « نوعيـة » أو تخصص بمعنى أن كل خطوة فى التفاعل تحـدث بمساعدة انزيم بعينه .

٤ — يكون عمـل الانزيم فى الغـالب « قـابلا للانعكاس » أى أن التفاعل الذى يحـدثه الانزيم قد يسير فى اتجاه مضاد تحت ظروف خاصة .

ولم يكن التركيب الكيميائى للأنزيمات معروفا على وجه الدقة قبل عشر سنوات فقط ، حين قامت مدرسة سانجر Sanger ببحوث قيمة لمعرفة تركيب كثير من جزيئات المواد البروتينية الحيوية أى التى تقوم بصنعها الخلية .

وتبعا لتلك البحوث فالانزيم يتركب من مادة بروتينية

غاية فى التعقيد ، يتكون الجزىء الواحد منها من حلقات بوليببتيدية Polypeptides فيها أنواع كثيرة من الأحماض الأمينية ويمكننا أن نتصور جزىء الانزيم على أساس التركيب الكيميائى المبسط التالى :

(ك ا — ح١ ك ا ن يد — ن يد م ح٢ ك ا ن يد ن يد — ح٣ ك ا ن يد — . . . الخ)

والملم بمبادىء الكيمياء العضوية يستطيع أن يرى فى هذا التركيب : ذرات أكسجين وهى المرموز اليهـا بالرمز (ا) وذرات كربون (ك) وأيدروجين (يد) ونتروجين (ن) . أما الحلقـات الجانبية المرمـوز لهـا بالرمـوز ح١ ، ح٢ ، ح٣ .

— فتتكون من أنواع مختلفة من الأحماض الأمينية.

وتلتف جزيئـات البروتين فى الأنزيم على شـكل حلزونى . والجزىء الواحد منها طويل جدا وقد يصل وزنه الجزيئى (وهو مجموع الأوزان الذرية للعناصر التى تكون الجزىء) الى نصف مليون أو أكثر . كما يدخل فى تركيب الانزيم مادة غير بروتينيـة هى مركز النشاط له (Catalytic activity)

ومع هذه الانزيمات التى تزيد سرعة التفـاعلات

الكيميائية الحيوية بمعدل قد يصل الى عدة آلاف من المرات ، توجد عوامل مساعدة أخرى تسمى الأنزيمات المرافقة Coenzymes والفرق بينها وبين الأنزيمات أن الأنزيم كما سبق أن ذكرنا له نوعية أو تخصص ، أى يقوم بتفاعل معين بذاته لا يتعداه فمثلا تحويل النشا الى سكر يتم بفعل أنزيم معين . أما الأنزيم المرافق فوظيفته عامة ، ويختص بنقل الطاقة فى التفاعل من مكان لمكان ، أو بمعنى آخر يعمل الأنزيم المرافق على حفظ مستوى الطاقة فى التفاعل . ويمكن تشبيهه بالمبرّد الذى يبرد « المواسير » فى الآلات ، فلا تسخن أجزاء منها أكثر من غيرها . وثمة فرق آخر فى التركيب الكيميائى نفسه بين الأنزيم والأنزيم المرافق ، فالأخير يتكون من النيوكلتيدات Nucletides (وهى معقدات ثلاثية لقاعدة ايدروجينية مثل البيورين والبيراميدين وما شاكلهما ..) .

ويلاحظ كما ذكرنا من قبل ، أنه يلزم لجميع التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الخلية قدر معين من الطاقة ، وهذه الطاقة اما أن يستمدها الكائن أو الخلية من حرارة الشمس مباشرة كما تفعل البطاريات الشمسية

أو من مركب كيميائى سبق أن اختزن حرارة الشمس وذلك مثل جزىء المادة السكرية (الكربوايدراتية) .

شرح بعض التفاعلات التى تحدث فى الخلية

عملية التنفس :

ويمكننا على هذا الأساس أن نأخذ على سبيل المثال عملية حيوية « كعملية التنفس » التى تقوم بها جميع الكائنات الحية بل الخلية الحية نفسها ، فلنشرح آليتها على أحدث ما وصل اليه العلم فى هذا المضمار ، لنرى مبلغ التعقيد فى سير هذه العملية التى تنصاع لقوانين فيزيائية كيميائية ثابتة .

ان هذه العملية تتلخص فى أكسدة جزىء من مادة عضوية كالسكر مثلا فينطلق فى النهاية ثانى أكسيد الكربون والماء . ويقوم بهذا العمل عدة أنزيمات على مراحل ، ويسير التفاعل وفقا لذلك فى اتجاه معين ، كما ينطلق نتيجة لذلك قدر من الطاقة اللازمة للكائن الحى .

والأنزيمات التى تدخل فى هذا التفاعل على نوعين: أنزيمات مختزلة مثل الفسفوبريدينات والفلافو بروتينات،

وأنزيمات مؤكسدة مثـل السيتوكروم Cytochrome بأنواعه ا ، ب ، جـ .

ووظيفة الأولى هى نزع الايدروجين من الجزىء الكربوايدراتى ووظيفة الثانية هى نقل الالكترون على مراحل لتتم الأكسدة . وتبعا لذلك ينطلق قدر معين من الطـاقة .

ولهذا التفاعل جهد كهربائى يسمى بجهد الأكسدة يسير التفاعل وفقا لاتجاه التيار فيه .

كما أمكن الكشف عن وجود كل أنزيم من الأنزيمات المتقـــدم ذكـرها على حـــدة بالمطيـاف الضـوئى « الاسبكتروسكوب » وثبت أن لكل انزيم منها طيف ضوئى محدود(١) .

ولنأخذ عملية أخرى تقوم بها الخـلايا النباتية التى تحتوى على الكلوروفيل . ان هذه العملية وتعرف بعملية التمثيل الكلوروفيللى أو التمثيل الضوئى من العمليات

---

(١) انظر ابحاث لندجارد السـويدى عام ١٩٥٩ عن انزيمات التنفس فى الخلية الحية ، المنشورة فى مجـلة اندڤور Endeavor مجلد ١٨ بلندن .

الهامة التى تحدث فى الخلية النباتية ، ويمكن التعبير عنها على الوجه التالى :

تختزن النباتات الخضراء حرارة الشمس أو طاقتها بواسطة الكلوروفيل الموجود فى الخلايا على صورة مركبات عضوية معقدة تبنيها الخلية بتفاعل معقد يتم بمساعدة أنزيمات خاصة على مراحل ، وذلك من مواد غير عضوية بسيطة . وفى هذا التفاعل تختزن الطاقة وينطلق الاكسجين .

ويمكن تمثيل هذا التفاعل على الوجه الآتى :

ثانى أكسيد الكربون + ماء + طاقة ⇄ مواد كربوايدراتية + اكسجين .

أو بالرموز الكيميائية :

٦ ك ا$_{٢}$ + ٦ يد$_{٢}$ ا + طاقة ⇄ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + ٦ ا$_{٢}$

وهذه العملية هى عكس عملية التنفس تماما . وهى التى تميز الكائنات النباتية عن الكائنات الحيوانية فلا تستطيع الأخيرة القيام ببناء المواد العضوية من مواد غير عضوية .

واذا كان الأمر كذلك فنحن حيال نوعين من الكائنات

الحية : النبات والحيوان والأول يحصل على الطاقة من الشمس مباشرة ويختزنها على هيئة مواد عضوية معقدة، أما الثانى فيحصل على الطاقة عن طـريق احتراق أو أكسـدة المواد المعقدة المذكورة والتى حصل عليها عن طريق اغتذائه على النباتات .

وذلك يثير فى حـــد ذاته مشكلة وهى : أيهما أقدم فى الوجود النبات أم الحيوان ؟ .

ان المنطق يقتضى والأمر كذلك أن تكون النباتات أسبق فى الوجود من الحيوانات حيث أنها تحصل على الطاقة بطريقة أبسط ، من حرارة الشمس مباشرة . أما الحيوانات فتحصل على الطاقة نتيجة لاحتراق مركبات سبق تعقيدها وبناؤها .

الأمر الثانى :

كيف تستمر الحياة على نفس الصورة .. ؟

أو بمعنى آخر : ما هى آلية الانقسام فى المــادة الوراثية نفسها ؟

.. فى الفصل السابق بحثنا تركيب المادة الحية وقلنا

انها : بروتوبلازمة ونواة . وسردنا تركيب كل من هاتين الوحدتين على قدر ما وصل اليه العلم فى ذلك الوقت.

وفى هذا الفصل سنطرق الموضوع من زاوية أخرى: وهى محاولة فهم آلية التفاعلات الحيوية التى تحـدث فى البروتوبلازم لنرى كيف تكرر المـادة الحية نفسها بنفسها على نفس النمط أو الأسلوب .

أى أننا سنبدأ من حيث انتهى اليه العلم ، لكى نصل الى أول مفهوم لأصل الحياة ونشأتها . وهذا ما لم تكن معرفته ميسرة لأحد قبل عشرين سنة فقط .

قلنا ان علم الوراثة التقليدية دلنا على أن انقسام الخلية الحية يتم بواسطة انقسام الكروموسـومات ، الموجودة داخل النواة . وأن هذه الكروموسومات تحمل الناسلات أو الجينات أو حاملات صفات الوراثة ، وهذه بدورها تكهن العلماء بأنهـا دقائق كحبات الخـرز أو المسبحة معقودة على طول الكروموسوم نفسه — وذلك يشرح لماذا تنقسم الكروموسومات طوليا وتتبادل الكروموسومات من خلية الأب والأم المادة الوراثية فى عملية الانقسام الاختزالى للخلية .

ولكن بيت القصيد الذى لم يتوصـــل علم الوراثة التقليدى اليه هو تركيب الكروموسومات أو المـادة الوراثية نفسها .

ما هى هذه الكروموسومات من وجهة نظر التركيب الكيميائى وما هى آلية انقسامها ؟

هذا الأمر هو المفتاح الثانى الهام انظرية نشأة الحياة، فلننظر اذن فى تركيب المادة الوراثية .

التركيب الكيميائى للمادة الوراثية أو جزىء « د٠ن٠ا » (DNA)

كان الدكتور موريس ولكنز الأستاذ بكلية الملك بلندن هو أول من شاهد انعكاس الذرات فى جزىء المادة الوراثية التى توجد داخل نواة الخلية . وهى عبارة عن حامض يطلق عليه اسم الحامض النووى Nucleic acid (نسبة الى النواة) . وهـذا الحامض على نوعين : أحـدهما يطلق عليه اســم دى أكسى ريبـونيوكليك Desoxyribonucleic Acid ويرمـز لـه بالرمز (DNA) أو « د . ن . ا » .

ويوجد فى الكائنات عديدة الخلايا وفى الفيروسات

الكبيرة . والنوع الآخر ويسمى حامض الريبونوويك Ribonucleic Acid ويرمز له بالرمز "RNA" .

لقد وجد ولكنز باستخدام أشعة اكس أن ذرات جزىء « د . ن . ا » تترتب فى شكل اولبى . وفى ابريل من عام ١٩٥٣ نشر الدكتوران « جيمس واطسون وفرنسيس كريك » بجامعة كمبردج رسما حقيقيا لهذا الجزىء وفيه يبدو أشبه بالزنبرك الدقيق . ثم تتابعت الاكتشافات بعد ذلك حتى استطاع العلماء أن يتبينوا كنه هذا المركب وطريقة انتظام ذراته فى نظام معقد التركيب.

ويمكن القول بأن جزىء « د.ن.ا » يشبه ذاكرة حية ، كالمخ الالكترونى يختزن عددا ضخما من التوجيهات والتصميمات التى يصدرها فى الوقت والمكان المناسبين المبدء فى بناء كل الخلايا والتكوينات فى الجسم، ليجعلها تنمو ،وينسق بين عملياتها فى كل ثانية طوال حياتها المقسومة لها[1] . وفى نواة كل خلية حية فى

---

(١) انظر كتاب دورات الحياة للدكتور عبد المحسن صالح (رقم ٧٦ من سلسلة المكتبة الثقافية) وكتاب قصة التطور أيضا للمؤلف (الكتاب رقم ٤ من نفس السلسلة).

الجسم ـ فيما عدا الكرات الدموية الحمراء ـ نجد تركيب جزىء « د . ن . ا . » من نفس النوع — سواء كانت الخلية المذكورة فى القلب أم فى الجلد أم فى الكبد أم فى المخ ، أو حتى فى الكائنات الدنيا الدقيقة النباتية والحيوانية . ويتركب الجزىء الواحد من عدد معلوم من الذرات . ولكن ترتيب الذرات فى الجزىء المذكور يختلف من كائن حى الى آخر ، وهذا هو السبب فى تباين الأحياء .

ويتم النشاط الحيوى والتكاثر فى الخلية عن طريق تفاعل حامض النوويك هذا مع البروتينات .

الخ
فوسفات > سكر ـ قاعدة
فوسفات > سكر ـ قاعدة
فوسفات > سكر ـ قاعدة
الخ > سكر ـ قاعدة

تركيب مبسط للفة من لفات حامض النوويك

وهذا الحامض ليس فى الواقع الا مركبات تراكمية

Polymers أو بلمرات متصلة على هيئة سلسلة طويلة تتكرر فيها حلقات كيميائية متشابهة التركيب كما فى الشكل السابق . والقواعد المتصلة بالسلسلة سالفة الذكر على أربعة أنواع ، يتكرر كل نوع منها بعد عدد معين من الحلقات .

وعند انقسام الخلية — تنقسم المادة الوراثية فيها الى أقسام متشابهة — وقد شبه العلماء التركيب الجزيئى لهذه المادة أيضا بسلم حلزونى له عتبات وقوائم رأسية وهذا السلم يدور حول نفسه ملايين المرات .

وتمثل القوائم المذكورة التى تربط بين كل عتبتين — حلقات « الاسترات الفوسفورية » وتمثل العتبات نفسها .. القواعد سالفة الذكر . وعلى هذا الأساس فعند انقسام الكروموسوم فى داخل النواة — تنقسم المادة الوراثية الى قسمين متشابهين تماما مثل السلبية والموجبة فى الصورة الفوتوغرافية ، أو الجسم وصورته فى المرآة.

ويمكن تمثيل هذا الانقسام على الوجه المبسط الآتى :

سكر – ثيامين ... أدنين – سكر

< >

فوسفات فوسفات

< >

سكر – أدنين ... ثيامين – سكر

< >

فوسفات فوسفات

< >

سكر – سيتوزين ... جوانين – سكر

< >

فوسفات فوسفات

< >

سكر – أدنين ... ثيامين – سكر

< >

فوسفات فوسفات

< >

سكر – جوانين ... سيتوزين – سكر

< >

فوسفات فوسفات

< >

سكر – ثيامين ... أدنين – سكر

(انقسام حلقتين من حلقات حامض النوويك)

ولو علمنا أن مثل هذا التركيب الأساسى المبسط يتكرر بصورة منتظمة لآلاف المرات فى جزىء حامض النوويك الملتف حول نفسه على شكل حلزونى ، وأن الجزىء المذكور ينقسم بمثل هذه السهولة وبميكانيكية بديعة — لهالنا مقدار التنظيم والقوانين المضبوطة التى تعمل داخل أدق الكائنات الحية المعروفة على الاطلاق ، التى لا تراها العين ولا يراها الميكروسكوب الحديث من فرط دقتها .

ان هـذا الأمر ان دل على شىء فعلى قوة عليا ، لا يسع العقل البشرى الا أن يخر حيالها ساجدا .

ومادمنا بصدد التركيب الدقيق للجزيئات البروتينية المعقدة ، فيجدر بنا أن ننوه بأن العلماء قد توصـلوا أيضا الى تركيب الهرمونات ، وهى جزيئات عضـوية معقـدة التركيب أيضا تفرزها الخلية الحية للتحكم فى النشاط الحيـوى للكائن ومنها الهـرمون المعـروف بالأنسولين ويفرزه البنكرياس ، ووظيفتـه التحكم فى احتراق السكر فى الدم ، فاذا بطل أو اختل افرازه فى الجسم ، أصيب الانسان بمرض السكر ، وقد أمكن

التوصـــل الى حل لغز هـــذا الهرمون الذى يتركب من ٥١ حلقة كيميائية متصلة من الأحماض الأمينية . وأمكن تركيبه صناعيا أيضا . ومن أمثلة الجزيئات البروتينية المعقدة أيضا جزىء الجلوبين الذى يتحد مع الحديد ليكون الهيموجلوبين الموجود فى الدم ويحتوى هذا الجزىء على ٧١٢ ذرة من الكربون ، ١١٣٢ ذرة من الايدروجين ، ٢١٤ ذرة من النتروجين ، ٢٤٥ ذرة من الأكسجين وذرة من الحديد وذرتين من الكبريت . وهذه الذرات جميعا مرتبة بنظام فائق الدقة بتكرر بانتظام على طول الجزىء نفسه وبين كل ذرة وأخرى قوى مترابطة معلومة يمكن حسابها وهى التى تعطى الجزىء شخصيته ، وتجعله نظاما مســـتقلا بذاته مترابط الوحدات ، كما تترابط الأفلاك فى النظام الكونى [١] .

* * *

---

(١) توصل العلم أخيرا الى تعليل حـــدوث الاورام السرطانية كنتيجة لاضطراب النظام الالكترونى فى جزىء حامض النوويك داخل الخلية الحية .

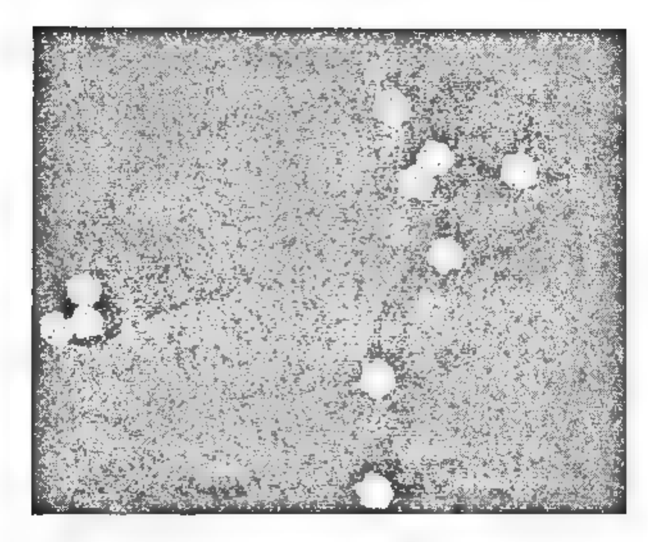
كائنات بين الحياة واللاحياة ؟

ومن أعجب ما تمخض عنه البحث فى معرض التركيب الدقيق للكائنات الحية اكتشاف تلك الكائنات المتناهية فى الدقة التى لا ترى الا بعد تكبيرها آلافا عديدة من المرات ويبلغ قطرها نحو عشرة أجـزاء من المليون من المليمتر ، وهى تنقل أمراضا معينة للانسان والحيـوان والنبات مثل مرض الأنفلونزا وشلل الأطفال ، ومرض تبقع أوراق نبات الدخان — وتسمى بالفيروسات .

ويتكون الفيروس من نواة من حامض النوويك تحمل صـفات الوراثة وتهيمن على افراز الأنزيمات ، ويغلف هذه النواة جزيئات بروتينية متماثلة التركيب تحيط بالنواة على شكل كرة أو ما يقرب منها .

والفيروس لا يستطيع أن ينقسم بمعزل عن العائل الذى يصيبه ، ولابد من أن يتحد مع بروتوبلازمة العائل حتى يتم الانقسام .

ويعتقد بعض العلمـاء أن الفـيروس يمثل الحلقة الوسطى المنشودة بين الكائنات غـير الحية والكائنات



الفيروس وتركيبه البلورى كما يبدو تحت الميكرسكوب الالكترونى (مكبرا ٨٥٠٠٠ مرة) ٠

الحيـة ، وذلك لأن الڤيروس قد يتبلور كبلورات الملح ويتخذ بالفعل شكل البلورات دون أن تنقص قدرته على نقل العـدوى . ولكن من ناحية أخـرى فالفيروس يتكاثر ، أى يتضاعف عدد أفراده .

ويرى العالم الألمانى بوتيناند Butenand الحـائز على جائزة نوبل أن الفيروس غـير حى لأنه لا يؤدى وحده أى عملية من العمليات المميزة للحياة وحتى عملية التكاثر لا تتم الا بواسطة اندماج الفيروس مـع خلية حيـة .

ومجمل القول أن النظرة التقليدية للخلية الحية التى عرفها العلماء منذ أكثر من ٨٠ سنة على أنها بروتلازمة ونواة محدودة بجدار وتشبه الى حـد ما مدينة كبيرة بداخلها منازل وشوارع ومركز التحكم فى الطاقة — .

تلك النظرة — قد تغيرت كثيرا عن ذى قبـل على ضوء المكتشفات الحديثـة ومن خـلال المكروسكوب الالكترونى—وبعد تقـدم كيمياء البروتينات الحيوية، وفهم التفاعلات وآليتها .

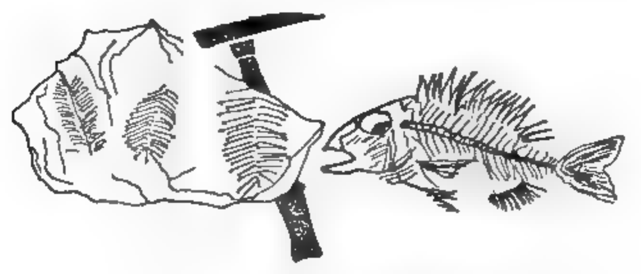
وعلى هـذا الأسـاس يمكننا تشبيه الخلية الحية بدولة أو قطـر كبير يضـم مقاطعات ومدنا مزدحمة ، وشـبكة من الأنهار والمواصلات السلكية واللاسلكية معقدة التركيب ، وشوارع كثيرة وقرى ودساكر وكل هذه الوحدات تتبادل السلع فيما بينها على هيئة مواد خام ومواد مصنعة وغازات وطاقة ، كل ذلك يجـرى بداخل تلك الخلية التى لا تراها العين !

كما أن ثمة نظام محكم وآلية مضبوطة بقوانين — للتفاعلات التى تحدث داخل هذا النظام ، بحيث لا يختلط تفاعل بآخر . ويتم هذا العزل بواسطة أربطة ، ليست ثابتة ولا مستديمة ولكنها تتحول وتتغير من آن لآخر وفقا لنظام معين أيضا . وهكذا تقوم الحياة فى أبسط صورها على نسق دقيق معقد من علاقات فائقة التنظيم .

ويعرف بعض العلماء من أمثال اينشتين وهولدين المادة الحية بأنها وحدة نظامية مميزة بثبات ديناميكى ، قادرة على حفظ كيانها بنفسها ، وعلى امتصاصها للطاقة من أى نظام محيط بها ، وعلى تثبيت بقائها عن طريق التوالد والموت . كما أن الوقت الذى يتميز به قيام تلك

الوحدة يجب أن يكون أطول من الوقت الذى يمكن أن يستغرقه أى من التفاعلات المميزة لها .

ولكن على الرغم من دقة تعقيد مثل هذه التعريفات فان صفة الحياة نفسها لا تزال أكبر من أن تكون مجرد تفاعلات طبيعية وكيميائية تنصاع لقوانين معلومة .



حفريات لأسماك ونباتات تركت طابعها فى رواسب الصخور منذ ملايين السنين .

٦- متى بدأت الحياة ؟

إن أحدا لا يعرف على وجه اليقين متى بدأت الحياة على ظهر الأرض . ولكن من المؤكد أن الأرض فى أول تكوينها كانت كتلة ملتهبة من المواد والغازات ثم أخذت تبرد رويدا رويدا بفقدان الحرارة بالاشعاع . وفى تلك الأثناء لم تكن الظروف الطبيعية مواتية لنشأة الحياة ، وذلك بالنظر لأن الكائنات الحية التى نعرفها لا تستطيع العيش الا فى حدود معينة من درجات الحرارة . فقد تستطيع بعض الأنواع من البكتريا أن تتحمل درجات منخفضة جدا من البرودة ، تكاد تقرب من الصفر المطلق (— ٢٧٣° م) ولكن لا يعرف حتى الآن أى كائن حى يستطيع العيش فى درجات من الحرارة تقرب من درجة غليان الماء (١٠٠° م) . ومن المسلم به أن الأرض فى بدء تكوينها كانت صخورها التى نعرفها فى درجة الانصهار ، ولابد أن مدة كبيرة جدا من الزمن

قد مرت قبل أن تصل درجة الحرارة على سطح الأرض الى الحد الذى يمكن أن تتكون فيه المحيطات أو تنشأ تحته الحياة .

وعلى أية حـال فان ثمة محاولات جدية قد كللت بالنجاح لحساب الزمن الذى انقضى من عمر الأرض نفسها ، وكذلك تحديد الأزمنة الغابرة التى ظهـرت خلالها الأنواع المختلفة من الكائنات الحية . ويسمى هـذا التاريخ بالتاريخ الجيولوجى للأرض ، وحجـر الأساس فى تقسيم هذا التاريخ هو الصخور التى تكوّن قشرة الأرض نفسها وما تحتويه من بقايا الكائنات الحية التى عمرت الأرض فى تلك العصور الخوالى ، ثم انقرض بعضها من سجل الأحياء والبعض الآخر واصل الحيـاة حتى الآن . ان هذا الزمن لتختلف وحداته اختلافا كبيرا عن حسابنا الحاضر لتاريخ الحضارات الانسانية مثلا ؛ فلسنا نقيسه بعشرات السنين أو بالقرون أو بالآلاف من السنين ؛ بل بالملايين أو بآلاف الملايين من السنين ، فى أحقاب بعيدة لم يكن قد ظهر فيها الانسان على الأرض .

وتعتبر الحفريات القديمة التى كشف التنقيب عنها

فى باطن الصخور بمثـابة السجل الذى نقرأ فيه تاريخ الحياة على سطح الأرض .

وبديهى أن أقدم الصخور التى وجدت فيها حفريات هى تلك التى تكون الطبقـات العميقة من الرواسـب وتليها الطبقات الأحدث عهدا وهلم جرا .

على أن الصفحات الكثيرة الأولى من هذا السفر أو السجل الحفرى لتاريخ الأرض ، تعتبر فى حـكم المفقودة ، لأن أنواع الحياة الأولى التى ظهرت عـلى الأرض لم تترك لنا آثارا ملموسة يستدل منها عليها . ويبدأ التاريخ الجيولوجى للحفريات بطبيعة الحال بتلك الكائنات التى كان لها هيكل صلب أو غلاف متين يمكن أن يتحجر فى طبقات الصـخر أو يترك طابعا مميزا له أو أثرا عـلى الصخور نفسها ، أما الكائنات الهلامية أو التى لم يكن لها غلاف صلب فبطبيعة الحال لا ينتظر أن تترك لنا أثرا . وعلى ذلك فلا مندوحة من أن نتصور أن مدة كبيرة جدا قد مرت ولا ريب منذ ظهور الحياة عـلى الأرض الى أن بدأت الكائنات الحية تتعقد فى التركيب ويظهر لها هيكل صلب . ويقدر العلماء هـذه

المدة بألفين أو أكثر من ملايين السنين . وفى تلك المدة كانت البحار القديمة تعج بأنواع الكائنات الرخـوة أو الهلاميـة وعنـد موتها تحللت أجسامها بالكلية ، ولم تترك لنا أى أثر لها .

كما أن الثابت أيضا أن أقدم الحفريات التى عرفت فى الصخور قد ظهرت على الأرض منذ نحو ٥٠٠ مليون سنة وهى كائنات قشرية من فصـيلة يطلق عليها اسم « التريلوبيت » عاشت فى مياه البحار الأولى القديمة . وهى ليست بحال من الأحوال أول الكائنات التى ظهرت على سطح الأرض كما بينا .

ويقسم علماء الجيولوجيا (طبقات الأرض) تاريخ الأرض الى أحقاب متميزة لكل حقب منها زمن معين ، وأشهر هذه الأحقاب التى تعاقبت عـلى الأرض منـذ البداية السحيقة الى الآن ، هى كما يلى ،

١ — منـــذ ٢٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ســـنة الى ٥٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنة ساد الحقبان : القديم وما قبـل القديم ، وهى فترة طويلة جدا من عمر الأرض ، لم تكن الحياة فيها متميزة ، وان كان ثمة أدلة على أن البحـار

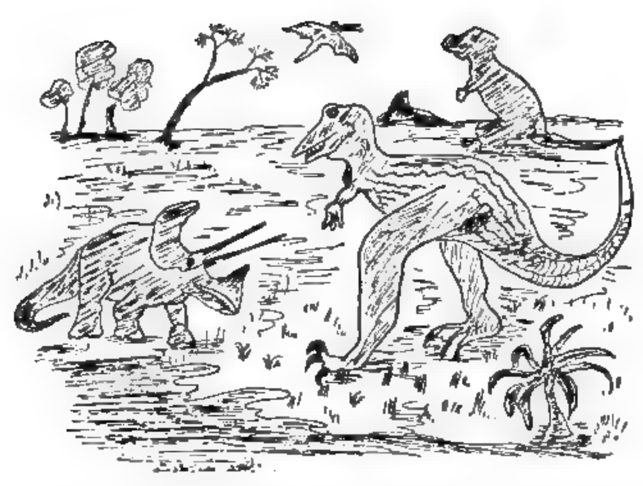


التريلوبيت ، حيوانات قشرية قديمة ظهرت فى البحار الأولى منذ ٥٠٠ مليون سنة ، وجدت هياكلها فى طبقات الصخور القديمة .

الأولى خلال تلك المدة كانت تعج بالأحيــاء الرخــوة والهلامية .

٢ — وأعقب ذلك حقب الحياة القديمة أو الحقب « الباليوزى » وذلك فى المدة من ٥٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنة الى ٢٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنة ، أى أن هذا الحقب استغرق نحوا من ثلاثمائة مليون من السنين . وفيه طغى البحر على اليابسة ثم انحسر مرات كثيرة ، وتطورت الحياة من الكائنات البسيطة الى الأكثر تعقيدا ، وفيه أيضا ظهرت الأسماك لأول مرة ، وفى أواخره ظهرت الحيوانات التى كانت تعيش بين البر والبحر ، والنباتات التى كونت مناجم الفحم فيما بعد .

٣ — وفى الفترة من ٢٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ســنة الى ٧٠٫٠٠٠٫٠٠٠ ســنة ساد الحقب المتوسط المعــروف بالحقب « الميزوزوى » واستغرق نحــو ١٣٠ مليون سنة . وفيه تميزت الحوادث الجيولوجية العنيفة التى تمخضت عن تكوين الجبال الشاهقة على سطح الأرض مثل جبال الروكى وجبال الأنديز فى أمريكا . وفيه أيضا ظهرت الزواحف الماردة من فصيلة الدينوصــــورات



منظر تصورى لحيوانات عصر الزواحف الضخمة التى سادت
منذ ٧٠ مليون سنة وترى احدى الزواحف الطائرة ٠

وسادت سائر الكائنات على سطح الأرض ، وتطــور نوع منها الى الزواحف الطائرة التى انقرضت فيما بعد .

٤ — وفى نهاية الحقب المتقدم الذكر ، أى منــذ حــوالى ٧٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنة حتى الآن ، تميز الحقب السينوزى : وفى بداية هذا الحقب كان المناخ حارا جدا ثم أخذ الجو فى البرودة حتى صار جليديا فى أواخره ، وفيه أيضا انحسر البحر عن مناطق متعددة من القارات ، وتكونت جبال الهيمالايا وجبال الألب .

ويعتبر هذا الحقب بوجه عام حقب الثدييات ، وفى الجزء الأخير منه ظهر الانسان .

* * *

هــذه الحقائق ســالفة الذكر تعتبر اليــوم بمثابة البديهيات فى العلوم الطبيعية ويدرسها طلاب الجيولوجيا فى المدارس والجامعات نظرا لأنها تأكدت بأدلة كثيرة وفى مناطق مختلفة من العالم .

ولكن كيف استطاع العــلم تحديد عمــر الأرض أو عمــر تلك الطبقات من الصخور التى وجــدت فيها الحفريات التى درسها العلماء وربطوا أصولها بفروعها ،

واستطاعوا أن يجدوا منها وشائج القرابة وصلات النسب بين فصائل الحيوانات المختلفة .

ان مشكلة عمر الأرض نفسها أو عمر قشرة الأرض بطريقة أدق ، هى الأخرى مشكلة دقيقة وتتصل اتصالا وثيقا بنشأة الحياة نفسها .

ولقد سبق أن بحثنا هذا الأمر ببعض التفصيل فى كتابنا الأول « قصة التطور » ويمكننا أن نضيف أن الطريقة العلمية المثلى فى تقدير عمر الأرض هى الطريقة المعروفة بطريقة النظائر المشعة ، ومؤداها أن بعض العناصر المشعة الموجودة فى الصخور التى تكوّن القشرة الأرضية ، تفقد اشعاعها ببطء شديد وتتحول فى النهاية الى عنصر آخر خامد مختلف تماما . فاليورانيوم مثلا وهو عنصر نادر مشع موجود فى الصخور الأرضية وفى الشهب والنيازك التى تتساقط على الأرض يتحول فى النهاية الى رصاص . وقد وجد بالتجربة أن الجرام من اليورانيوم ينتج فى العام الواحد $\frac{١}{٧٦٠٠٠٠٠٠٠٠}$ من الجرام من الرصاص ، وعلى ذلك فلكى يتحول

نصف جرام من اليورانيوم الى رصاص فان الزمن اللازم لاتمام هذا الأمر هو نحو ٤٥٠٠ مليون سنة .

ولما كانت السرعة التى تفقد بها ذرات العناصر المشعة نشاطها الاشعاعى ثابتة لا تتغير بالزمان أو المكان أو بفعل الحرارة والضغط ، فان ثمة صلة وثيقة بين كمية الرصاص المتكونة وكمية اليورانيوم المتبقية فى الصخور .

ولقد كانت هذه الطريقة بمثابة الساعة الزمنية المضبوطة التوقيت ، والتى يمكن بواسطتها حسبان عمر الصخور التى توجد فيها مثل هذه العناصر المشعة .

ويكاد يكون اتفاق العلماء تاما على دقة هذه الطريقة فى حساب الزمن . وقد تأيد هذا الأمر باختبارات عديدة على أقدم الصخور المعروفة حتى الآن من أماكن متفرقة من العالم . وقد وجد مثلا أن بعض صخور مقاطعة كاريليا فى فنلندا يرجع عهد تكوينها الى ١٨٥٠ مليون سنة ، كما أن الصخور السوداء من ولاية داكوتا فى أمريكا الشمالية يبلغ عمرها ١٤٦٠ مليون سنة وهكذا .

ويقدر العلماء عمر أقدم الصخور المعروفة بنحو ٢٠٠٠ مليون سنة وان كان علماء آخرون يرون أن الصخور التى تم تقديرها ليست هى أقدم الصخور على الاطلاق ، بل ان ثمة ما هو أقدم منها ولكن لم يكتشف بعد وقد يوجد فى الطبقات العميقة وقد تظهره الحركات الأرضية العنيفة من زلازل وبراكين التى تعتور سطح الأرض من آن لآخر . وحينئذ سنصل الى التقدير الصحيح لعمر الأرض منذ كانت صخورها القديمة منصهرة ثم بدأت تتبلور .

ومن عدة حسابات معقدة أجريت على صخور القشرة الأرضية وعلى الشهب والنيازك المتساقطة على الأرض حدد العلماء عمر الأرض نفسها بنحو ٤٥٠٠ — ٥٠٠٠ مليون سنة !

نشأة البحار والمحيطات

ويتصل بنشأة الأرض نفسها موضوع آخر دقيق له صلة كبيرة بنشأة الحياة أيضا ألا وهو نشأة البحار

والمحيطات نفسها . أو بمعنى آخر من أين أتى هذا الماء الذى كون البحار والمحيطات .

كان الاعتقاد القديم أن البحار والمحيطات تكونت من تكاثف بخار الماء الذى يغلف جو الأرض فى أول نشأتها حينما كانت قشرتها ملتهبة ثم بردت بفقد الحرارة بالاشعاع . بيد أن العالم الأمريكى وليم روبى W. Ruby قد تمكن بحسابات جيوكيميائية معقدة الى أن ينقض هذه النظرية ويأتى بنظرية جديدة مؤداها أن جزءا كبيرا من ماء البحار والمحيطات قد انبثق من باطن الأرض نفسها [١] ، من الماء المحتبس بين الصخور فى الطبقات العميقة من القشرة الأرضية . وان هذا الماء المحتبس قد تكون خلال عمليات بلورة الصخور السيليسية فى الأحقاب الأولى من نشأة الأرض .

كما تبين من الحسابات الدقيقة التى أجراها روبى أن كمية بخار الماء التى كانت فى جو الأرض القديم لم تكن تزيد بحال من الأحوال عن ١/٢ حجم البحار

---

(١) تأمل الآية الكريمة فى القرآن « والأرض بعد ذلك دحاها . اخرج منها ماءها ومرعاها » .

والمحيطات الحالية ، ولا يمكن بطبيعة الحال أن تكفى تلك الكمية لتعليل هذا القدر المهول من ماء البحار والمحيطات الذى يغطى اليوم أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض . ثم ان هذا الماء الذى انبثق من باطن الأرض بكميات مهولة قد طفح على السطح على مراحل أو دورات Cycles نتيجة لحركات عنيفة اعتورت القشرة الأرضية خلال مدة قدرها روبى بنحو ٢٠٠٠ من ملايين السنين ، قبل بدء العصور الجيولوجية الحديثة .

ومما يعزز وجهة نظر العالم « روبى » أن ملوحة البحار والمحيطات لم تتغير كثيرا عما كانت عليه فى العصر الكمبرى من حقب الحياة القديمة — أى منذ نحو ٥٠٠ مليون سنة تقريبا . والدليل على ذلك أن الحفريات البحرية التى اكتشفت منذ ذلك الوقت كانت حفريات لا تزيد ملوحة البيئة التى عاشت فيها عن بيئة البحار والمحيطات المعاصرة .

٧ - كيف بدأت الحياة ؟

إن أعظم الفروض والنظريات العلمية انما تبدأ بسؤال بسيط يتردد فى ذهن العالم أو الباحث . تلك الأسئلة الخطيرة لا تأتى عفوا وانما تأتى فى العادة نتيجة لتراكم المعلومات واختمار الفكرة فى عقل المفكر أو العالم .

ولكى يجيب العالم على مثل هـذه الأسئلة التى تسيطر عـلى عقله وحسه ، يبدأ فى التزود بالأسـلحة العلميـة التى يراها ضرورية للوصـول الى الحـل الصحيح ، فيطلع على كل ما يمت بصلة الى المشـكلة من قريب أو بعيد ، ويفترض الفروض ويجرى التجارب ويجمع النتائج ، ويمحص هذه النتائج ويخضعها لقوانين الاحصـاء والمنطق ، فاذا لم تؤد به نتائجه الى الطريق السليم ، أعاد التجارب أو افترض فروضا أخـرى ، وقد يكون ثمة نقطة ضعف فى التجربة أو فى الجهـاز

الذى يعمل به الباحث ، ولا يزال يحسن من تصميمه ويعيد التجربة مرات ومرات حتى يصل فى النهاية الى جادة الطريق .. وقد لا يصل على الاطلاق .

بمثل هذا المجهود المضنى ، وبمثل هذه التضحيات من أناس قد يجهلهم التاريخ كلية ، وبتراكم الحقائق العلمية التى يكمل بعضها بعضا تتقدم العلوم وتتقدم الحضارات الانسانية وتزدهر ، ويسعد البشر بالمبتكرات العلمية المختلفة .

ولا ريب فى أن كثيرا من العلماء فى العصر الحديث قد سألوا أنفسهم مثل هذا السؤال الذى آثرنا أن نجعله عنوانا لهذا الفصل . ومن قبلهم سأله أيضا علماء آخرون ، ولكن الوسائل التى كانت فى متناول أيديهم فى الزمن الماضى كانت قاصرة عن الوصول بهم الى الحل الصحيح ، كما وضحنا فى الفصول المتقدمة . وقد يسأله علماء آخرون فى المستقبل وتحت أيديهم أجهزة أدق وامكانيات أفضل .

فلننظر اذا ماذا كان تسلسل أفكار العلماء المحدثين

فى سبيل الاجابة عن هذا السؤال الخالد وهو : « كيف بدأت الحياة ؟ » .

ان ما يتوارد على الخاطر لأول وهلة هو أن المادة الحية سواء كانت فى الحيوانات أو النباتات الدنيا وحيدة الخلية أو فى أعقد أنواع الكائنات تركيبا ، وسواء أكانت فى بروتوبلازمة الخلية أو فى النواة نفسها — انما تتركب من مواد عضوية معقدة كالبروتين والأحماض الامينية وحامض النوويك وغيرها ، كما سردنا فى أول الكتاب .

ومعنى كلمة مواد عضوية أن جزيئاتها تحتوى على ذرة الكربون متحدة مع ذرات لعناصر أخرى مثل الايدروجين والأكسجين والنتروجين وغيرها ، بشكل خاص ونظام معين كما بيّنا آنفا فى فصول متقدمة أيضا .

وعلى هذا الأساس فان ذرة الكربون تعتبر اللبنة الأولى الهامة فى تكوين المواد العضوية .

ويلعب الكربون دورا رئيسيا فى الحياة العضوية على سطح الأرض ولهذا العنصر قدرة هائلة على الدخول فى التفاعلات الكيميائية المختلفة ليكون مركبات لا حصر

لها . والملم بمبادىء الكيمياء العضوية يعرف أن ذرة الكربون رباعية التكافؤ أى يمكنها أن تتحد مع أربع ذرات أحادية التكافؤ أو مع ذرتين من الذرات ثنائية التكافؤ ، وثمة قوى أو روابط تربط الذرات ببعضها ويمكن أن يستبدل رباط أو أكثر بشق أو قاعدة معينة دون أن تختل القوى التى تربط الذرات فى الجزىء الكيميائى بعضها ببعض .

فاذا ما اتحدت ذرة من الكربون مع أربع ذرات من الايدروجين تكون غازا يسمى غاز الميثان أو غاز المستنقعات ، وسمى كذلك لأنه يوجد بكثرة فى مستنقعات الماء الآسن . وتتحد ذرة الكربون أيضا مع ذرتين من الأكسجين لتكون غازا آخر هو ثانى أكسيد الكربون الذى نلفظه فى التنفس ويخرج على هيئة زفير.

فهذه اذن هى البديهية الأولى : وهى « أن عنصر الكربون — ومن ثم المواد العضوية — تعتبر أساسا سليما للبدء فى بحث نشأة الحياة » .

أما عن البديهية الثانية : وهى مستقاة من تحليل الصخور والمعادن التى تكون القشرة الأرضية ، فهى

أن المواد الأولى التى وجـدت على ظهر الأرض فى مبدأ تكوينهاكانت موادا غيرعضوية ، بسيطةالتركيب ، فكيف اذن تكونت المواد العضوية التى أدت الى ظهور الحياة وتعقدها .

بهذا التسلسل المنطقى وضع العلماء فروضا أساسية ثلاثة لنظرية نشأة الحياة وهذه الفروض هى :

١ — تكوين مواد عضوية بسيطة التركيب مثـل الغازات الايدروكربونية ومشتقاتها النتروجينية من مواد غير عضوية بسيطة كخطوة أولى أساسية فى نشأة الحياة .

٢ — تحويل هذه المواد العضوية البسيطة الى مواد عضوية أكثر تعقيدا من نوع تلك المواد التى تتميز بها المادة الحية ، مثل ، البروتينات والأحماض النـووية والدهنيات والبورفيرينات .

٣ — تجميع جزيئات هذه المواد العضوية المعقدة لتبنى أنظمة أكثر تعقيدا ، قادرة على القيام بالتفاعلات الكيميائية وقادرة أيضا على الانقسام ، مثلما تجده فى الكائنات الحية الأولية .

* * *

وعلى هذا الأساس المنطقى المتسلسل قام العلماء باجراء التجارب لاثبات الخطوات المختلفة للعملية الخطيرة — عملية نشأة الحياة . ووصلت بهم تجاربهم الى حد معين ، كما قامت بينهم خلافات فى الرأى عن الوسيلة التى تتم بها بعض العمليات أو الزمن الذى تتم خلاله ، وان كانوا قد أجمعوا كلهم على صحة الخطوات أو الفروض الثلاثة المتقدم ذكرها وتسلسلها المنطقى .
بيد أن من الصعوبات التى واجهت العلماء فى هذا الصدد مشكلات عديدة ، منها : ان الظروف التى سادت على ظهر الأرض فى ابان تكوين القشرة الأرضية ليست موجودة الآن ولا يمكن استعادتها بل قد لا نعرف عنها الكثير . كما أن ظهور الحياة نفسها قد أحدث تغييرات جوهرية فى الجو المحيط بالأرض بل وفى تربتها أيضا . ومن ذلك أن الجو الذى كان يحيط بالأرض قبل ظهور الحياة كان جوا يعرف فى لغة الكيمياء بأنه جو مختزل أى لا يحتوى على الأكسجين . ويتضح ذلك من دراسة الجيولوجيا وتكوين الصخور المكونة للقشرة الأرضية ، كما أنه فى تلك الفترة السحيقة من عمر الأرض التى

سبقت ظهور الحياة لم تكن النباتات الخضراء موجودة ، وبالتالى لم تكن هناك عملية التمثيل الكلوروفيالى التى بمقتضاها ينطلق غاز الأكسجين الموجـود الآن فى جو الأرض ، أى أن جو الأرض لم يكن يحتـوى عـلى الأكسجين الطليق قبل ظهور النباتات على سطح الأرض .

فماذا اذن كان شكل الجو الذى كان سائدا عـلى الأرض قبل ظهـور الحياة ، وكيف تمت التفـاعلات الكيميائية التى أدت الى ظهور الحياة نفسها ؟ واذا كان الكربون كما ذكرنا عاملا أساسيا فى ظهور الحياة فما هو مصدر هذا العنصر ومن أين أتى ، وهو الذى لا يدخل فى تركيب الصخور الأولى للقشرة الأرضية كما هـو معروف ؟

لكى يجيب العلماء على مثل هذه الأسئلة ، لم يكن ثمة مناص من أن يتجهوا بمناظيرهم وآلات الاختبـار والكشف الى الكون المحيـط بهـم علهم يعثرون فى الفضاء الكونى وفى شموسه ونجومه ومجراته على جواب أو على أدلة توصلهم الى الاجابة الصحيحة .

* * *

لقد وجد علماء الحياة (البيولوجيا) هـذه الأدلة أو بعضها بالفعل عند علماء الفلك وعلماء الجيولوجيا .

ان النظرية الفلكية الحديثة لترجع أصـل تكوين الأرض والكواكب الأخـرى التى تسبح فى مجموعتنا الشمسية الى سـدم هـائلة من الغاز (الايدروجين) والرماد أو التراب الكونى ، كانت تحيط بالشمس .

ويتضح من دراسة التركيب الكيميائى لهذا الرماد الغازى السابح بين الكواكب والأنظمة الفلكية المختلفة ، بل وفى الجو المحيط بالكواكب الأخرى نفسها — وجود غاز الميثان فى هذا الرماد الغازى مع المـواد الكربونية الأولية . وقد كشف عن وجود هـذا الغـاز المطياف الضوئى وأجهـزة الرصد الحديثة حيث أمكن تحقيق طيفه .

ويرى العـالم الفلكى الأمريكى هارولد يورى H. Urey أنه عندما تكاثفت السحب الهائلة من الغاز أو الدخان الكونى لتكون أشباه الكواكب فالكواكب ، انطلقت كميات كبيرة من غاز الميثان مع غازات أخـرى متطايرة من جو الأرض .

وكانت الأرض نفسها تحتوى على كميات كبيرة من الجرافيت (وهو صورة من صور الكربون) والكربيدات Carbides [1] وهما مصدر الكربون الأولى على سطحها . ومن هذه المواد تكونت المواد الكربونية الأولية المعروفة بالمواد الايدروكربونية [2] فى عملية تكوين القشرة الأرضية ، وذلك فى الوقت الذى كان من الممكن أن تتفاعل فيه الكربيدات مع الصخور فى الطبقات العميقة من القشرة الأرضية .

وقد تمت عملية تكوين المواد الكربونية الأولية فى القشرة الأرضية على مدى الملايين الطويلة من السنين قبل أن تبدو على سطح الأرض أية بوادر للحياة .

ويرى العالم براين ماسون [3] الأمريكى من دراساته

---

(١) الكربيدات : مركبات من الكربون وعنصر معدنى مثل الحديد أو النيكل أو الكوبلت أو الكالسيوم . وهذه المركبات الكربونية المعدنية كانت موجودة بوفرة فى فجر تاريخ الأرض .

(٢) مواد عضوية مكونة من عنصرى الكربون والايدروجين فقط .

(٣) Brian Mason, 1960 : Origin of Chondrules and Chondritic meteorites, Nature 186,230

الجيوكيميائية التى أجراها مؤخرا ونشر نتائجها حديثا (فى عام ١٩٦٠) أن هنـاك أنواعا نادرة من الشهب الكربونية التى تتساقط عـلى سطح الأرض — وهى أقرب ما تكون شبها الى الرماد الكونى القديم . وثبت بالتحليل الدقيق أن تلك الشهب تحتوى على معـدن الكلوريت ، وهـو نوع من السـليكات ذو تركيب كيميائى يحتوى على المنجنيز والحديد والسليكون والماء ويرمز له بهذا الرمز $(Mg\ Fe)_3\ Si_2\ O_7\ 2H_2\ O$.

وعند تسخين هذه الشهب الى درجة حرارة ٦٠٠° م تتكون سليكات الأولفين $(FeMg)_2\ Sio^2$ وعنـد تسخين هذا المركب الى درجات أعلى من ذلك بكثير فان المادة الكربونية التى تحتوى عليها هذه الشهب تختزل الأولفين الغنى بالحديد الى الحديد نفسه . هذه الشهب الكربونية فى نظر ماسون هى مصدر الكربون الأولى على سطح الأرض ، وهناك من الدلائل ما يثبت أنهـا كانت تتساقط من الفضاء الكونى بكميات كبيرة جدا عما هو عليه الحال الآن ، وذلك من فجر تكوين الأرض،

بل وقد تبلغ نسبة الكربون فى تلك الشهب الكربونية نحو ٢٪ من وزنها .

ولهذا السبب يعتبر العالم الانجليزى « برنال » صاحب نظرية من نظريات أصل الحياة أن الأصل الأول للحياة وهو المواد الكربونية البسيطة — أقدم من الأرض نفسها حيث ان تلك المواد تدخل فى تركيب الرماد الكونى الذى يعتبر أقدم من الأرض نفسها فى النشأة . وسواء أكان مصدر الكربون الأولى الذى أدى الى تكوين المواد العضوية على سطح الأرض من أصل قديم ، قدم الأرض نفسها أو أقدم منها — أو من الغازات الايدروكربونية التى كانت فى الغلاف الجوى القديم للأرض مثل غاز الميثان — فلا يهم الخلاف فى هذا الموضوع ، ما دام الاتفاق تاما بين العلماء على أهمية هذا العنصر — الكربون — فى نشأة الحياة على الأرض .

فكيف اذن تمت الخطوة الأولى ، وهى تكوين مركبات عضوية بسيطة من مواد غير عضوية ؟

ان الغلاف الجوى للأرض فى تلك الأحقاب السحيقة — فى النشأة الأولى — كان يحتوى على خليط من غاز

المستنقعات والنشادر (ذرة نتروجين مع ثلاث ذرات ايدروجين) والايدروجين وثانى آكسيد الكربون وغازات أخرى غيرها مع بخار الماء .

ولا مناص من أن نفترض أن الغازات الايدروكربونية المنطلقة من الأرض أو الموجودة فى غلافها الجوى تتحد فى هذا الوسط المختزل الذى ساد جو الأرض فى الزمن القديم مع بعضها لتكون مركبات عضوية بسيطة .

ويلزم لهذا التفاعل وجود عامل مثير أو مصدر الطاقة يتم بها التفاعل . وهناك احتمالان لهذا الأمر ،

أولهما — الأشعة فوق البنفسجية التى كانت تصل الى الأرض بكميات أوفر بكثير مما تصل به الآن وذلك لعدم وجود طبقة الأوزون (أ ٣) الموجودة حاليا فى الطبقات العليا لجو الأرض — فى الزمن القديم .

والأمر الثانى — احتمال وجود التفريغ الكهربى الجوى (البرق) كعامل مثير أو مصدر للطاقة أيضا .

وقد أمكن بالفعل اثبات تكوين مواد عضوية من

مواد غير عضوية فى المعمل باحداث تفاعل بين غاز

الميثان مع النشادر والايدروجين وبخار الماء باستخدام الطاقة الكهربية (التفريغ الكهربى) أو الأشعة البنفسجية كعامل مثير .

وقد نجح فى هذا العمل علماء كثيرون منهم العالم الأمريكى ستانلى ميلر S. Miller باستخدام التفريغ الكهربى وهو الذى نشر بحثه فى مجلة جمعية الكيمياء الأمريكية [1] عام ١٩٥٥ ، ثم العالمان السوفييتيان باقلوفسكايا وباسينسيكى فى موسكو T. Pavlovskaya & A. Passynski باستخدام الأشعة فوق البنفسجية ، كما حصل الباحث ملفن كلفين M. Calvin على مركبات عضوية باستخدام الاشعاع الناتج من السيكلوترون (المحطم الذرى) كمصدر للطاقة .

ومن أمثلة المركبات العضوية التى تخلقت بهذه الطرق ، الأحماض الأمينية مثل الألنين والجليسين وأحماض الفورميك والسكسينيك والأكساليك وغيرها وغيرها .

---

(١) S. Miller, 1955: Production of Some organic Compounds under possible primitive earth Conditions, Jour. Amer. Chem. Soc, 77, 2351.

وهكذا خطا العلم الخطوة الأولى الكبرى نحو تكوين المواد العضوية من غير العضوية تحت ظروف أولية مشابهة لما كان عليه الأمر فى فجر تكوين الحياة على الأرض أو قريبة منه .

ولما كانت المواد العضوية المتكونة بهذه الطريقة فى الجو المحيط بالأرض فى فجر تاريخ الحياة هى جزيئات ذات وزن جزيئى كبير ، فانها بطبيعة الحال لا يمكنها أن تبقى معلقة فى الهواء ، ولابد من أن ترسب وتذوب فى الغلاف المائى المحيط بالأرض ، أى فى البحار والمحيطات الأولى.

واذا كان الأمر كذلك فلابد من تركيز مثل هذه المواد والا ضاعت فى مياه المحيطات الشاسعة . ومن ثم نشأت فكرة بدء الحياة فى البرك والمستنقعات على الطمى المندى بالماء كما سنرى فيما بعد . ولكن حتى هذه الخطوة التى تكونت فيها المواد العضوية من مواد غير عضوية — والتى أمكن اثباتها بالتجربة العملية — فان ذلك فى حد ذاته لا يعتبر دليلا قاطعا على نشأة الحياة ، وانما هو خطوة موفقة فى هذا الاتجاه .

وبعد هذا العرض التسلسل المنطقى للحوادث الذى

أجمع العلماء عليه للاجابة عن السؤال الذى ورد ذكره فى أول هذا الفصل — سنبدأ فى شرح أحدث النظريات العلمية لنشأة الحياة على الأرض .

وقبل أن نفعل ذلك لا نرى بأسا من أن نلخص أهم الحوادث التى تقدم ذكرها فى الفصول السابقة :

١ — يوجد حامض النوويك فى المادة الوراثية لجميع الخلايا الحية .

٢ — يهيمن هذا الحامض على نشاط الخلية وانقسامها وعلى افراز الانزيمات وتتم التفاعلات الحيوية بواسطته وفقا لنظام دقيق وآلية محكمة بمساعدة الأنزيمات أو الخمائر .

٣ — تدخل ذرة الكربون فى تركيب المواد العضوية المعقدة وتعتبر اللبنة الأولى فى تركيب هذه المواد .

٤ — تعتبر المواد البروتينية طورا متقدما فى نشأة المادة العضوية من مادة غير عضوية .

٥ — الطاقة لازمة لاحداث التفاعلات الحيوية .

٦ — يدخل « الماء » فى جميع التفاعلات الحيوية فى الخلية، ويكون الجزء الأكبر من تركيب بروتوبلازمة الحية.

٨ - نظرية أوبارين فى نشأة الحياة

صاحب هذه النظرية هو العالم الطبيعى السوڤيتى الكسندر ايڤانوڤيتش أوبارين A.I.Oparin أستاذ الكيمياء الحيوية بمعهد باخ بموسكو وعضو أكاديمية العلوم . ويعتبر هذا العالم أخطر المشتغلين فى الموضوع وله مدرسة خاصة . وهو يعتقد أن الحياة نشأت على الأرض كجزء مكمل لكيان هذا الكوكب نفسه.

وتتلخص البحوث التى أجراها هذا الأستاذ وتلاميذه على مدى عشرات السنين فى أن الحياة — وهى صورة من صور المادة فى نظره — تمثل عملية متصلة تبدأ من اتحاد مواد غير عضوية مع بعضها لتكون مركبات عضوية وهذه تتعقد لتكون فى النهاية أنظمة تماثل الأنظمة الموجودة فى الأحياء الدنيا — وقد تم هذا على مدى ملايين السنين قبل أن تعمر الأرض بالحياة .

واحقاقا للحق نقول : ان البحث العلمى الذى أجرته

هذه المدرسة السوفييتية وغيرها من المدارس فى امكان استعادة نشأة الحياة بطرق معملية ، قد وقف عند حد معين لا يتعداه . بل لم تستطع أى من هـذه المدارس سواء الشرقية منها أم الغربية أن تصل الى تركيب معملى قريب الشبه من المادة الحية بحال .

ثم ان أوبارين نفسه — ككل عالم نزيه — لا ينكر هذه الحقيقة ، بل يذكر صراحة فى مقدمة البحث الذى ألقاه على مئات العلماء المجتمعين فى نيويورك فى المؤتمر الدولى الأول لعلوم البحار فى شهر أغسطس عام ١٩٥٩ والذى خصص قسم منه لبحث نشأة الحياة على الأرض قوله « ان جميع المحاولات التى أجريت لتوليد الحياة من المواد غير العضـوية سواء تحت ظروف طبيعية أو فى المعمل قد باءت بالفشل » .

بيد أن نظريته التى ألقاها على المجتمعين والتى سبق أن نادى بها فى الندوة الدولية التى عقدت عام ١٩٥٧ فى موسكو لبحث نشأة الحياة ، فيها استعراض عملى رائع « للاحتمالات » التى يمكن أن تكون الحياة قد نشأت وفقا لها . ويستدرك هذا العالم أيضا فى ذلك الاستعراض

بقوله « ان الظروف الطبيعية والكيميائية التى سادت على الأرض فى معمل الطبيعة العظيم ، قبل ظهور الحياة ، والتى تمت فيها التفاعلات المعقدة التى أدت الى ظهور تلك الحياة — تختلف تماما عن الظروف السائدة الآن ، ومن ثم فمن غير المحتمل — ان لم يكن من المستحيل — أن تتم نفس هذه العمليات فى المعمل ، وهى ان تمت فالى حد معين فقط » .

ويمكننا أن نبسط الأسس التى بنى عليها أوبارين نظريته ، وهى أسس تتفق والمنطق العلمى على أى حال ، وان لم يكن لها من أثر سوى أنها أنارت السبيل أمام غيره من الباحثين فان ذلك فى حد ذاته يعتبر كسبا كبيرا للعلم .

يعتقد أوبارين أن غاز الميثان أو غاز المستنقعات الذى تقدم ذكره آنفا هو مصدر الكربون الذى تكونت منه المواد العضوية فى فجر التكوين ، وذلك لما للكربون من قدرة هائلة على الدخول فى التفاعلات الكيميائية .

وعلى هذا الأساس يفترض أوبارين أن جو الأرض منذ آلاف الملايين من السنين وقبل أن تدب الحياة عليها

— كان يحتوى على خليط من غاز المستنقعات والنشادر والايدروجين وبخار الماء وغازات أخرى — وهو جو مشـــابه فى كثير من الوجـوه للجو السـائد على كوكب المشترى اليوم .

وافترض أوبارين وجود « عامل مثير » أو عامــل «منشـط» مثل البرق أو الأشعة فوق البنفسجية كمصدر للطاقة اللازمة للاتحاد الكيميائى بين هذه الغازات .

وبمساعدة هذه العوامل تفاعلت الغازات المذكورة بعضها مع بعض لتكون مركبات عضوية بســيطة من مواد غير عضوية .

وهذه الخطوة تمثل الخطوة الأولى فى سلسلة طويلة للتطور العضوى غير الحى ، أى فى بناء المواد العضوية المعقدة ، ذات الجزيئات الكبيرة قبل ظهور الحيــاة . وقد تأكدت هذه الخطوة بالتجربة العملية حسبما وضحنا آنفــا .

ثم تلا ذلك وقت طويل ، اتحدت فيه الجـزيئات المذكورة فيما بينهــا لتكون مركبات عضــوية أكثر تعقيدا ، تشبه المــواد الدهنية والسكريات والمــواد

العضوية الفسفورية وما اليها ، وذلك بخطوات وئيــدة جدا ، ولربما مرت ملايين السنين قبل أن تتميز المواد العضوية المعقدة مثل البروتينات والأحماض النــووية والأحماض الأمينية والبورفيرينات والدهنيات الأولية ، وكان ذلك كله فى مياه البحار والمحيطات الأولى ، حيث ان مثل هذه الجزيئات كبيرة الحجم ولا يمكن أن تبقى معلقة فى الجو .

وفى الماء تجمعت هذه الجزيئات الكبيرة من المــواد العضوية لتكون كتلا أو أكواما من الجزيئات ، تميزت فيما بينها كأنظمة مفردة ، وتسمى هذه الأنظمة « بالنقاط التجمعية » coacervate drops .

وعندما نشأت هذه الأنظمة أو النقاط التجمعية كان ثمة خاصيتان هامتان أثرتا فى تطورها الى مادة حية :

أولاهما — أن بداخل كل نقطة عملت قوى فيزيائية كيميائية تحكمت فى العمليات التى تنصاع لها مثل هذه النقطة .

والثانية — أن أى عملية كيميائية تجرى بداخل أية نقطة منها ، سوف تؤثر على مصير النقطة نفسها .

وعلى هذا الأساس فان بعض النقاط المذكورة كان لها « ثبات ديناميكى » والبعض الآخر لم يكن له هذا الثبات . وأدى ذلك الى تلاشى تلك النقاط التجمعية التى لم يكن لها ثبات ديناميكى .

وهذا الاحتمال أيضا مستمد من التجارب المعملية التى أجريت على نقاط تجمعية من أنظمة غروية « غير حية » وأثر الأنزيمات عليها . ومن ثم خرج أوبارين بافتراض وجود عملية « انتخاب طبيعى » بين النقاط التجمعية المختلفة التى تكونت فى البحار الأولية — بحيث تلاشت منها تلك الأنظمة التى لم تكن تتفق مع البيئة المحيطة بها ، وبقيت الأخرى وتطورت . وكل هذا حدث على أساس احتمال فيزيائى كيميائى بحت .

وعلى هذا الأساس تكونت سلاسل ودورات من التفاعلات الثابتة فى تلك الأكوام من النقاط التجمعية ، وأضحى من الممكن تكوين مواد أو تراكيب جديدة أولا بأول .

ويرى أوبارين أنه بقدر درجة « الثبات » الناتجة من تكرار التفاعلات المتسقة المترابطة فيما بينها —

نشأت القــدرة عــلى التكاثر الذاتى ، وهى احــدى الخصائص الأساسية للكائنات الحية .

ومن تلك المرحلة يمكننا أن نتكلم عن « ظهــور الحياة » وفى هذه الخطوة نفسها من تطور المادة الحية ، اتخذت عملية « الانتخاب الطبيعى » دورا فعالا .

وبظهور المادة الحية الأولية (ولم يذكر أوبارين على أى شكل أو حجم كانت) — ظهرت أيضا عملية التمثيل الغذائى Metaboslism ، وتعقدت وتحسنت بعد ذلك على مراحل .

وفى أثناء عملية تكوين الحياة سالفة الذكر اختفت تلك الأطوار لعملية نشأة الحيــاة التى لم تكن تتلاءم مع البيئة .

ومن الدراسات المقارنة لعمليات الاغتذاء والتمثيل الغذائى المعروفة فى الكائنات الأولية الموجودة حاليا على سطح الأرض — خلص أوبارين الى القول بأن أولى الكائنات الحية التى ظهرت على الأرض (فى الماء) لابد وأن تكون تلك الكائنات التى تعتمد على غذاء جاهز

من مواد عضوية ، لكى يمد الكائن الحى بمصدر للطاقة — وذلك من أمثال تلك الجزيئات العضوية التى لا حصر لها التى تكونت فى الماء .

كما أن مثل تلك الكائنات الحية الأولى لابد وأن تكون أيضا من الكائنات التى تتنفس تنفسا لا هوائيا ، حيث أن التمثيل الهوائى [1] هو الذى يمد الكائنات الحية بالطاقة لم يكن قد ظهر بعد .

وفى ذلك يقول أوبارين : ان هذا الأمر يمكن تصوره بالنظر لأن الغلاف الجوى والغلاف المائى فى فجر نشأة الحياة كان يعوزهما الأكسجين ، أى كانت لهما صفات كيميائية اختزالية (وذلك قبل أن تنشأ عملية

---

(١) يلعب جهد الاكسدة والاختزال دورا كبيرا فى عمليات التمثيل اللاهوائى للكائنات . وفى بعض الكائنات الدنيا التى تتنفس تنفسا لاهوائيا كبعض أنواع البكتريا والطحالب الأولية عديمة الكلوروفيل — يخزن الكائن الحى الطاقة المنطلقة فى عملية التنفس ويستخدمها فى بناء جسم الخلية . ومن ذلك أنواع من الكائنات مثل كلوستريديم Clostridcium وبوليتوما Polytoma المترجمة .

(المؤلف) .

التمثيل الكلوروفيلى التى ينطلق بموجبها غاز الأكسجين من النباتات الخضراء) .

وحين تكاثرت تلك الكائنات الأولية الحية — اللاهوائية التنفس — وانتشرت فى الماء — أدى ذلك بطبيعة الحال الى نقصان كمية الجزيئات العضوية المنتشرة فى الماء ، اللازمة لتغذية تلك الكائنات ، حيث ان انتشار الحياة نفسها كان أسرع من عملية تكوين تلك الجزيئات . وهذا التغير فى الظروف فى حد ذاته — أدى الى تكوين القدرة عند بعض تلك الكائنات الأولى — على امتصاص الطاقة الضوئية من الشمس وبناء المواد العضوية المعقدة من مواد غير عضوية كربونية — أى من ثانى أكسيد الكربون والماء .

ومن ثم نشأت عملية التمثيل الكلورفيلى ، كعملية جديدة لأول مرة فى تاريخ الحياة على الأرض والتى بموجبها استطاعت بعض الكائنات الحية أن تبنى لنفسها المواد العضوية المعقدة .

وكان ظهور عملية التمثيل الكلورفيلى حدثا هاما فى تطور الحياة على ظهر الأرض . فما لبثت هذه العملية

ذات الكفاءة العالية أن سادت طريق تطور المـــــادة واستمرت تعمل بكفاءة حتى يومنا هذا .

وبظهور عملية التمثيل الكلوروفيلى حدث تغيـير جذرى فى تطور الحياة على الأرض — حيث ان هذه العملية قد وفرت كميات كبيرة من المواد العضـــوية كالسكريات والبروتين والدهون فى مصـــنع الطبيعة الهائل ، كما أدت الى ظهور غاز الأكسجين بوفرة ، وهو الغاز الذى كان معدوما فى جو الأرض القديم .

كما أن هذه العملية أيضا غيرت طبيعة التفاعلات الكيميائية فى الخلية الحية بتوفيرها مصـدرا جديدا للطاقة اللازمة للكائن الحى ، ومن هنا نشأت أيضا عملية التنفس الهوائى — أو تنفس الأكسيجين عند الكائنات ، وأصبحت عملية التنفس المذكورة صفة مميزة للكائنات الحية . ثم انه بظهور عملية التمثيل الكلورفيلى أيضا سار تطـور الكائنات النباتية والحيوانية بسرعة كبيرة جدا عن ذى قبل ، كما يتضح من سجل الحفـــريات القديمة .

ويلخص أوبارين نظريته فى كلمات ختامية بقوله ،

ان من ينظر الى تاريخ تطور الحياة على الأرض نظرة شاملة — يجد أن معدل التطور قد سار بسرعة عجيبة بعد كل مرحلة جديدة من مراحل تطور المادة الحية نفسها .

فلقد ظلت الأرض نحوا من أربعة أخماس عمرها أى خلال مدة تزيد على أربعة آلاف من ملايين السنين خامدة غير مسكونة . وكان تطور المادة خلال المدة المذكورة — بعمليات غير حيوية — بطيئا للغاية ، بل لقد لعبت أيضا عملية « الانتخاب الطبيعى » دورا فعالا فى هذا التطور غير الحى — أى فى مرحلة تكوين الجزيئات العضوية من الجزيئات غير العضوية — ثم ظهرت بعد ذلك الأنظمة المفردة أو النقاط التجمعية . ولقد انقضى نحو ألف مليون آخر من السنين بعد ذلك حتى ظهرت الكائنات الأولية الحية — ثم ظهرت عملية التمثيل الكلوروفيلى فسار التطور بخطى سريعة وبمعدل كبير [1] فى البليون السنة الأخيرة من عمر الأرض .

---

(١) أى ان معدل الزيادة فى سرعة التطور يسير وفقا لدالة أسية (لوغاريتمية) وليست حسابية .

وفى مليون السنة الأخيرة فقط من عمر الأرض ظهر الانسان ، وظل بدائيا لمدة طويلة ، وفى خلال عشرات القرون الأخيرة فقط من عمر الأرض ظهر التطور الاجتماعى للانسان وبظهوره سار التطور العقلى بخطى سريعة ، ثم انه فى عشرات السنين الأخيرة فقط من عمر الأرض ظهر التطور العلمى الفائق لهذا الانسان فغزا الفضاء وتطلع للسفر الى الكواكب .

ومجمل القول أن ثمة هزات عنيفة أعقبت كل مرحلة انتقالية من مراحل التطور ، فالعمليات التى تظهر تفوقها فى كل طور من أطوار التطور تخفى ما قبلها من عمليات أو أطوار بطيئة أو غير متلائمة مع البيئة الجديدة ، بل ان بعض تلك الأخيرة قد يتلاشى كلية من الوجود .

ان هذا الوضع نفسه — فى نظر أوبارين — الدليل كبير على عدم امكان نشأة الحياة من جديد **de novo genesis** فى الوقت الحاضر — سواء كان ذلك تحت ظروف الطبيعة المعاصرة — أو فى المعمل — ولا ينفى ذلك بالطبع امكان نشأة الحياة اليوم أو وجود مراحل تطور مختلفة منها على كوكب آخر من الكواكب التى تشابه

ظروفها الظروف التى سادت على سطح الأرض فى مبدأ تكوينها .

نقد نظرية اوبارين :

فيما تقدم من صفحات بسطنا نظرية أوبارين بقدر ما يسمح التبسيط لغالبية القراء متجنبين التعقيد والدخول فى تفاصيل رياضية قد يستعصى فهمها . واحقاقا للحق أيضا سنذكر المطاعن التى وجهت لهذه النظرية لبيان ما لها وما عليها ، فمن ذلك فى رأينا :

١ — أن أوبارين نفسه يعترف بعدم امكان تكرار عملية خلق المادة الحية بتجارب معملية . وهو وان نجح الى حد كبير فى دعم الخطوات الأولى من نظريته حتى طور تكوين المواد العضوية المعقدة من مواد غير عضوية — الا أن طور « النقاط التجمعية » فى حد ذاته طور غامض ، لم يستطع أوبارين نفسه أن يخضعه لقوانين الطبيعة والكيمياء بكفاءة كبيرة .

٢ — أن أوبارين نسب الى تلك النقاط التجمعية خاصية احتمال الانقسام وخاصية القيام بالتفاعلات

الحيوية وهما احتمالان لا تؤديهما براهين قاطعة ، كما أن وجه الشبه لا يزال بعيدا بين تركيب تلك النقاط وتركيب البروتوبلازم نفسه .

ولا ريب أن أوبارين نفسه قد أحس بنقطة الضعف المذكورة اذ يقول فى موضع آخر من نظريته « ان نشأة الحياة من تلك النقاط التجمعية كان نتيجة لحدث سعيد » بدرجة احتمال ضئيلة جدا .

ويرى بعض علماء الرياضة أن ثمة استحالة رياضية فى تكوين جزيئات حية من جزيئات غير حية تبعا لقوانين المصادفة والاحتمال العادية سواء كان ذلك من ناحية حجم المادة اللازمة لتكوين مثل هذه الجزيئات الحية أو الزمن اللازم لتكوينها [١] .

٣ — أن قوانين الديناميكا الحرارية وميكانيكية التفاعلات الكيميائية قد تشرح مرحلة النشوء غير الحى

---

(١) يرى البعض أن درجة احتمال تكوين جزىء عضوي ذى وزن جزيئى قدره ٢٠٫٠٠٠ (من أمثلة البروتينات) هي ٢٫٠٢ × $\frac{١}{٢٣١}$ وان الزمن اللازم لتكوين هذا الجزء هو $\frac{٢٤٣}{١٠ \text{ سنة}}$!

فى نظرية أوبارين أى تكوين مواد عضوية ذات جزيئات تراكمية أو بالمرات Polymers من مواد غير عضوية ولكن ليس الى مرحلة تكوين جزيئات حية .

٤ — ذكر أوبارين استحالة القيام بتجارب لخلق المادة الحية من مادة عديمة الحياة لعدم تشابه الظروف اليوم مع الظروف التى سادت فى فجر تكوين الحياة ، ولكنه فى الوقت نفسه شرح أطوار تكون المواد العضوية البسيطة التعقيد من مواد غير عضوية فى المعمل بافتراض اتمام التفاعل تحت ظروف مشابهة لجو الأرض القديم باستخدام « الكهرباء الاستاتيكية (البرق) » أو الأشعة فوق البنفسجية وفى ذلك تناقض ظاهر .

٥ — أن أوبارين ينكر نشأة الحياة من جزىء فرد حى أو « جوهر » حىّ ، كجزىء حامض النوويك مثلا أو من جزىء مماثل متحد مع بروتيد كما فى الفيروس ، لأن هـذا الفـرض فى رأى أوبارين يعتمد على أفكار مورجان — رائد علم الوراثة فى العالم الغربى — فى تركيب الجينـات أو الناسـلات Genes . والوراثة السوفييتية التى تعتمد على المادية الجدليـة Dialectic

matelialism تنكر وجود الجينـات أو الناســلات ولا تعترف بأفكار مورجان فى الوراثة الكلاسيكية .

بيد أن أوبارين فى الوقت نفسه قد اسـتعار من الوراثة الغربية فكرة أخرى جريئة وهى عملية «الانتخاب الطبيعى » كما يفهمها أنصار الداروتية الحديثة — وهى مدرسة غربية التفكير تماما بل تتناقض كلية مع آراء ليسنكو Lysinko رائد الوراثة السوفييتية الحديثـة الذى يعتمد فى أفـكاره على المادية الجدلية . واستغل أوبارين هذه الفكرة الى حد كبير فى دعم نظريته فى نشأة الحياة وتطور المادة الحية على ظهر الأرض . ...

وهذا مثلب آخر من المثالب التى يوجهها النقاد الى أوبارين .

٩ ـ نظرية برنال
أو نشأة الحياة من الطين

حاول برنال J.D.Bernal عالم الفيزياء البريطانى الشهير ، والأستاذ بجامعة لندن تركيب نظرية جديدة لأصل الحياة وذلك بربط المعلومات المعروفة الى اليوم فى علوم البحار والمحيطات بالمعلومات المعروفة فى كيمياء وطبيعيات الأرض Geochemistry & Geophysics وفى سبيل ذلك فرض فرضين أساسين هما :

١ ــ أن الماضى هو امتداد الى الوراء للحاضر وأن الظواهر التى حدثت فى الماضى تحدث اليوم مالم يكن ثمة سبب قوى للخروج على هذه القاعدة . أو بمعنى آخر : أن المراحل المتقدمة فى تطور النظم المعقدة لعملية الحياة هى امتداد للخصائص المتوارثة لمراحل سابقة عليها أبسط تعقيدا .

٢ ــ أن المادة الحية تتميز بنفس الخصائص الطبيعية

والـكيميائية فى الماضى كما هى فى الحاضر ، ومن ذلك أن الحيـاة تتلاءم مع البيئة التى توجد فيها وذلك فى حدود معينة من درجات الحرارة بين درجتى الصفر ، ٨٠° مئوية مثلا .

وافترض برنال لعملية « تخلق الحياة » من المادة غير العضوية مرورها فى سبع مراحل تتواءم كل مرحلة منها مع الظروف الطبيعية والكيميائية السائدة فى البيئـة . وهذه المراحل هى :

١ — المرحـلة العضـوية الأولية : وفيها تكونت الجزيئات العضوية البسيطة مثـل الأحماض الأمينية والسكريات من جزيئات غير عضوية كالماء وثانى أكسيد الكربون والنشادر الموجودة فى الغلاف المائى والغلاف الجوى القديمين للأرض .

٢ — مرحلة تركيز بعض الجزيئات العضوية المعقدة التى سماها « تحت حيوية » عن طريق عملية الامتزاز (أى الامتصاص السطحى) على حبيبات الطين فى البرك والمستنقعات الساحلية .

٣ — مرحلة تراكم الجزيئات العضوية السابقة أى

اتحادها عضويا بطريق البلمرة Polymerization لتكون نظما تجمعية تكمن فيها الحياة وهى التى سماها Cobionts

٤ — مرحلة ظهور الجسيمات الحية الأولية العارية ، أى التى ليس لها جدار وهى التى سماها Organelles المكونة من البروتين النووى Nuleo Proein مثل جسيمات الفيروس المعروفة .

٥ — مرحلة تكوين غشاء دهنى بسيط للجسيمات سالفة الذكر .

٦ — مرحلة تكوين جدار للخلية الحية : كالموجود فى كائنات البكتريا الأولية Protobacteria .

٧ — مرحلة تكوين نواة للخلية الحية ، وظهور الحيوانات الأوليـة الدنيا من فصيلة الأوليات (البروتوزوا) Protozoa .

وقد وصف برنال أيضا الظواهر الطبيعية والكيميائية التى تمت تحتها هذه المراحل فى عملية خلق الحياة ، كما وصف الخصائص المميزة للغلاف الجوى والغلاف المائى والقشرة الأرضية ومصادر الطاقة اللازمة للتفاعلات

الكيميائية فى كل مرحلة من المراحل المتقدم ذكرها .

ويبين الجدول الآتى ملخصا لهذه المراحل وهو مستمد من دراسة عميقة شاملة للأحياء الدنيا المعروفة اليوم وخصائصها الفسيولوجية وعملياتها الحيوية المعقدة ، كما أنه مستمد أيضا من معرفة دقيقة لقوانين كيمياء وطبيعيات الأرض .

ثم ان برنال يتحفظ قبل بسط نظريته فيقول : بالاضافة الى ما تقدم فان القواعد العامة التى بنى على أساسها نظريته هى نفس القواعد الطبيعية التى استخدمت بنجاح فى استنباط النمط الذى بنيت عليه نظريات « الأصل والنشأة » فى الكون عموما ، سواء فى ذلك نشأة الأنظمة الفلكية أو المجتمعات الانسانية .

ويستطرد برنال فى شرح نظريته فيقول : ان الحياة تقوم على أساس العناصر القديمة الموجودة فى الماء والهواء ، وبين درجات من الحرارة يمكن تحديدها بين الصفر المئوى ودرجة ٨٠ مئوية . كما أن ثمة ذرات وأيونات لبعض عناصر أخرى بصفة خاصة مثل البوتاسيوم والفوسفور والحديد والكبريت تلعب دورا هاما فى

تركيب المـادة الحية ، وهذه كلها توجد أيضا فى مياه المحيطات .

ورغم أن برنال لم يحدد فترة زمنية معينة لكـل مرحلة من المراحل المتقدم ذكرها فى نشأة الحيـاة على الارض الا أنه يفترض أن بين المرحلة الأولى والمرحلة السابعة أو الأخيرة توجد فترة لا تقل عن ألف مليون من السنين تطورت خلالها المادة غير العضوية الى مادة حية . كما أن الكائنات الحية الأولى قد ظهرت على الأرض منذ مدة لا تقل عن ثلاثة أو أربعة آلاف من ملايين السنين .

وقد بنى برنال هذا الفرض على أساس الكشوف الجيوكيميائية الحديثة التى أثبتت أن الصخور النارية القديمة كالجرانيت والجنيس انما نشأت من صخور أقدم عهدا سبقتها فى الوجود .

ومهما يكن من شيء فان الحياة قديمة جدا على سطح الأرض ، وتحديد هذا القدم برقم معين لا يعنى شيئـا كثيرا فى الوقت الحاضر ــ الى أن تزداد معلوماتنا عن تركيب القشرة الارضية وما تحتها من طبقات .

ويرى برنال أن الفرق الأساسى بين الأطوار القديمة

ملخص مراحل نشأة الحياة

المرحـــلة	خصائص القشرة الأرضية	الغلاف المائى	الغلاف الجوى
١ – تكـــوين الجزئيات العضوية البسيطة	أكسيد السليكون سليكات الصوديوم أيدروكسيد الحديد كربونات الكالســيوم رمل – طمى حجر جيرى	كربونات النشادر كبريتور الأيدروجين كلوريد الصوديوم كلوريد البوتاسيوم فوسفات البوتاسيوم	غاز الميثان « ثانى أكسيد الكربون « النتروجين « النشادر « كبريتور الايدروجين بخار الماء
٢ – تكـــوين الجزئيات تحت الحيوية	كالســـابق مع وجـــود كبريتور الحديد	كالسابق مع تزايد تركيز هذه المواد	زيادة النتروجين واختفاء الميثان والنشادر وكبريتور الايدروجين من الجو
٣–تراكم الجزئيات (تكوين النقاط التجمعية)	أيدروكســيد الحـــديد كربونات الكالسيوم	نقص أيونات البوتاسيوم و الفوسفات	ثانى أكسيد الكربون قليل جداً
٤–جسيمات بروتينية نوويـــة (أول مبادئ الحياة)	بدء تكوين التربـــة من تفتت الصخور	مماثل للتركيب المعاصر لماء البحر فيما عـــدا ملح كلوريد الصوديوم	تزايد الأكســجين فى الجو
٥–جسيمات بروتينية نووية مغلفـــة بغشاء دهنى	كالسابق	كالسابق مع تزايد كلوريد الصوديوم	مماثل للتركيب المعاصر
٦ – تكوين جدار للخلية ظهور كائنات البكتريا الأولية	تربة عضوية على اليابسة	كالسابق مع تزايد كلوريد الصوديوم	كالسابق
٧ – ظهور خلية حية ذات غلاف خارجى (بروتوزوا)	اختزان مواد عضوية فى الرواسب البحرية	كالسابق مع تزايد كلوريد الصوديوم	كالسابق

حسب فرض برنال »

مصدر الطاقة	أهم التفاعلات	العامل المساعد أو الأنزيم	مكان التفاعل	نوع التكاثر
تحلل النشادر وكبريتور الايدروجين وانطلاق الطاقة	تراكم جزئيات النشادر وثاني أكسيد الكربون	أكسيد السليكون	قاع البحر أو شاطئ البحر	—
أشعة الشمس (الأمواج القصيرة)	انتزاع الأيدرجين (عملية مدرجة)	الطمى أيدروكسيد الحديد	الامتصاص على سطح الطمى	—
ضوء الشمس المنظور	تخمر لاهوائي	أنزيم أولي ببتيدى Peptide	نقاط تجمعية بروتينية	انقسام بسيط لايوجد تكاثر
بورفيرينات منشطة وبدء عملية التمثيل الضوئي	تكوين المواد السكرية وتخمرها	أنزيمات بروتينية	جسيمات حية في النقاط التجمعية	بروتينات نووية ذات طابع موحد
الاستيدات دهنية خضراء للتمثيل الكلوروفيلي (ظهور الكلوروفيل)	تكوين الأحماض الدهنية	كالسابق	أجسام كروية صغيرة متصلة بطبقات رقيقة	كالسابق
نهات المركبات الأيونية	—	كالسابق	غلاف الخلية من قاعدة دهنية	انقسام وتزاوج المادة الوراثية (بروتين نووى)
—	—	كالسابق	غلاف نواة الخلية وتدعيم غلاف الخلية الدهنى بمادة بروتينية	الانقسام غير المباشر والتزاوج الجنسى

جدا من عمر الارض والطور المعاصر ينحصر فى عدم وجود محيط أو غلاف مائى فى الزمن القديم بالمعنى المصطلح عليه الآن. ويعزو برنال تكوين المحيطات المعروفة الى انطلاق الماء المحبوس فى الصخور فى باطن الأرض تبعا للحركات الجيولوجية العنيفة التى اعتورت القشرة الارضية من بلايين السنين ، وهذا الرأى مستمد من نظرية روبى المتقدم ذكرها فى نشأة المحيطات .

ومع الماء المنطلق من باطن القشرة الارضية خرجت أيضا مواد من العناصر المكونة لتلك الصخور كالنتروجين وثانى أكسيد الكربون وذلك على دورات أيضا ، تبعا للحركات الارضية العنيفة . ويرى برنال كذلك أن ملوحة البحار الحالية حدثت بالتدريج ، ولم تكن البحار الأولى على نفس الدرجة من تركيز الأملاح فى مياهها ، كما أن نسبة عنصر البوتاسيوم الى الصوديوم كانت أكبر منها فى الزمان القديم عما هى عليه الآن فى البحر . ويستند برنال فى ذلك الاستنتاج الى تحليل دم الحيوانات ووجود نسبة عالية من عنصر البوتاسيوم فيه .

وأما عن انطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون من

الطبقات العميقة للقشرة الارضية الى السطح فيجد برنال شبها لذلك فى البراكين المعاصرة التى ينطلق منها هـذا الغاز مع بخار الماء بكميات كبيرة .

وفى هذا الفرض يختلف برنال مع كل من أوبارين وهارولد يورى فى مصدرالكربون الأولىاللازم لتكوين المركبات العضوية ، فهو يرى أن العناصر الأولى المكونة للمواد العضوية انما نشأت من باطن الأرض نفسها وليس من الغـلاف الجوى المحيط بها . وهو اختلاف يعتبره برنال نفســه ثانويا فى التأثير على نظرية نشـأة الحياة نفسها .

وأما عن العناصر الأخرى الأساسية التى لعبت دورا هاما فى تكوين الحيـاة الى جانب الـكربون وهى : البوتاسيوم والصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم مع الفوسفات والحـديد والكبريت والكوبالت والنحاس والنيكل فهى الأخرى من العناصر الأساسية فى القشرة الارضية نفسها ومن اتحادها مع بعضها البعض تكونت منهـا مواد غـير عضوية مختلفـة بعمليات الأكسدة والاختزال .

ان مثل هذا النظام الجيولوجي ــ الجيوكيميائى الذى وجد على ظهر الأرض منذ البداية السحيقة لم يكن فى حالة اتزان تام ، ولهذا السبب سارت التفاعلات الكيميائية الطبيعية فى اتجاه أدى الى تكوين مركبات أكثر تعقيدا .

ولقد جابهت برنال معضلتان أساسيتان فى سبيل بناء نظرية نشأة الحياة من المادة غير العضوية هما :

أولا — كيف تكونت المركبات المعقدة التى تميز الحياة فى الوقت الحاضر فى ذلك الزمن السحيق وعلى أية مراحل ؟

ثانيا ــ كيف نشأت العمليات الكيميائية التى تميز الحياة والتى نعرفها الآن بالعمليات الحيوية أو عمليات التمثيل الحيوى ؟

كما أن « برنال » الذى بنى نظريته أيضا على أساس نظم وقوانين طبيعية وكيميائية بحتة ليحتاط قبل الاجابة فيسأل نفسه عدة أسئلة أخرى مثل :

١ ــ ما مصدر الطاقة الخارجية الحرة اللازمة لبدء هذه النظم وضمان استمرارها ؟

٢ — كيف يتيسر تبادل الطاقة داخل أجزاء هذا النظام الفيزيائى الكيميائى المعروف بالنقاط المتجمعة ، وهو الأمر الذى يتم حاليا فى الخلية الحية بواسطة الأنزيمات أو الخمائر ؟

٣ ـ كيف احتفظت هذه النظم بكيانها فى الوسط المائى الذى تخلقت فيه دون أن تتشتت فى ماء المحيط ؟

٤ — كيف اكتسبت هذه النظم خاصية التكاثر أو التوالد الذاتى أو تكرار نفسها بنظام معين وعلى شكل معين دون غيره ؟

هذه الأسئلة المحكمة سألها برنال لنفسه قبل أن يقدم على وضع النظرية وذلك بعد أن انتهى من ايجاد حل لمشكلة مصدر الكربون القديم وبعد أن شرح تكوين المواد العضوية البسيطة من مواد غير عضوية .

وللاجابة عليها يقول : ان من الواضح من دراسة الكيمياء الحيوية والكيمياء العضوية أن تركيب الجزيئات المعقدة يتم على مراحل تبعا لقوانين الاتحاد الكيميائى كالآتى :

١ ـ تتجمع ذرات العناصر المختلفة وفقا لقوى

الروابط المعروفة فى الكيمياء العضوية لتكون جزئيا من طبقة واحدة Monomer .

٢ ـ تراكم مثل هذه الجزيئات إحاديةالطبقة لتكون جزيئا عديد الطبقات بعملية البلمرة Polymer .

٣ ـــ تتحـد البلمرات فى مجموعات كبيرة لتكون الأنسجة أو الألياف أو الاغشية أو العضلات أو بمعنى آخر لتكون نظما أكثر تعقيدا .

ويجد برنال نظيرا لذلك فى نظام الكون نفسه الذى يتركب من مجرات ومجاميع نجوم ونجوم وكواكب .

بل انه ليجد نظيرا لذلك فى تركيب الذرة نفسها : فهى عبارة عن نواة تسبح حولها الالكترونات فى أفلاك .

ومن ثم فهذا القانون البديع هو قانون أساسى فى الكون تتركب بموجبه النظم المختلفة ولا يوجد ما يمنع من أن تنصاع له الحياة نفسها كنظـام من تلك النظم الموجودة فى الكون .

ثم ان الاتحاد الذى يحدث بين أجزاء النظـام أو القوى التى تتماسك بموجبها وحداته هى الأخرى قوى معلومة: فالنظام الفلكى أساسه الجاذبية ، كما أن بداخل

الذرة قوى مماثلة ، تسبح بموجبها الالكترونات حول النواة .

اذن هى القوانين الطبيعية والكيميائية التى تتحكم فى كل تلك النظم من المجرات فى أفلاك السماء الى الذرات فى تركيب المواد على الأرض وماذا يمنع من أن تكون هى نفس القوانين التى تتحكم فى نشأة الحياة ؟

وبهذا الاستطراد فى التفكير والاستنباط يبدأ برنال فى الاجابة عن الأسئلة التى وجهها ويبدأ فى شرح مراحل تطور عملية الحياة .

فلنأخذ المرحلة الأولى منها وهى مرحلة تكوين جزيئات معقدة من وحدات بسيطة مثل ثانى أكسيد الكربون وغاز النشادر أو الامونيا والنتروجين والماء . ان هذه المركبات تتفاعل لتنتج أحماضا أمينية (وهى وحدات بناء المواد البروتينية) وكربوايدراتات .

هذه المرحلة لم تعد تشكل معضلة فى نظرية نشأة الحياة بعد أبحاث ستانلى ميللر وبافلوفسكايا وغيرهما المتقدم ذكرها . ولم يعد ثمة شك فى امكان تكوين جزيئات عضوية فى البحار الأولى من تفاعل مثل هذه المواد

ســواء بمصــدر للطــاقة من الجو أو من اشعاعـات « الفا » و « بيتا » و « جاما » المنبعثة من المواد المشعة فى الصخور . ويفضل برنال تخليق المواد العضوية من تفاعل ثانى أكسيد الكربون كمصدر للكربون عن تفاعل غاز الميثان .

ان مثل هذه المواد الناتجة من التفاعل سواء أكانت احماضا أمينية أو كربوايدراتات أو غازاتايدروكربونية سوف تذوب ولا شك فى الماء . وهــذا يثير معضــلة أخرى ــ وهنا تأتى المرحلة الثانية من مراحل نظرية برنال ــ وهى : أنى يتأتى لهذه الجزيئات التى توجد بتركيز ضئيل جدامذابة فى ماء البحر أن تتجمع مع بعضها لتتحد وتكون أنظمة أكبر ؟

ان أوبارين نفسه لم يجد حلا لهذه المعضلة سوى أن يفترض وجود عملية « انتخاب طبيعى » التى تعتمد كلية على الحظ والصدفة .

أما برنال فيرى أن الطريقة المثلى لتركيز هذه المواد هى أن تتواجد فى البرك والمستنقعات الساحلية أو فى حيز محدود بمعنى آخر .

ثم تواردت فى خاطر برنال فكرة « الريم » « الرغاوى » الذى يطفو فوق سطح الماء بعد أن ثبت من أبحاث ويلسون فى نيوزيلندا أن الطبقات السطحية للماء تكون فيها المواد أكثر تركيزا لاعتبارات فيزيائية تتعلق بالنشاط السطحى (التوتر السطحى السوائل) وعلى ذلك فان مثل هذا الريم أو الزبد الذى توجد فيه الجزيئات العضوية بتركيز أكبر قد يصل الى آلاف المرات عنه فى ماء المحيط ، سرعان ما تقذفه الأمواج وقوى المد والجزر الى الساحل حيث يتجمع على الرمل والطين .

ويتوقف مصير هذه الجزيئات العضوية على طبيعة التربة التى تتراكم عليها فاذا كان الساحل صخريا صلبا فسوف لا يؤدى ذلك الى احتمال قيام أية حياة . أما اذا كان الشاطيء من الطين فان تلك الجزيئات تمتص على سطحه وتتركز أكثر فأكثر ، اذ المعلوم أن حبيبات الطمى لها سطوح نشطة تساعد على امتصاص المواد وبالتالى على احداث التفاعلات الكيميائية ، ويؤيد ذلك الأبحاث العديدة التى أجريت فى ميدان الكيمياء

الفيزيائيـة على خواص الطمى والحبيبـات الغروية المماثلة .

ولما كانت التيـارات البحريـة والأمواج وعوامل التعرية على الشاطىء من شأنها أن تقلب حبيبات الطمى التى امتصت فوقها الجزيئات العضوية ، فان هذه العملية تعرض تلك المواد الحرارة ولضوء الشمس وما يحتويه من اشعاعات وبالتالى تنشيط التفاعلات الكيميائية بين الجزيئات المختلفة الممتصة على حبيبات الطمى .

وأهم تلك التفاعلات هى عملية « البلمرة » السابق ذكرها وهى اتحاد الجزيئات الكيميائية اتحادا تراكميا . وقد ثبت ذلك بالفعل من تجارب فى المعمل أجراها العالم أكابورى[1] عام ١٩٥٩ الذى نجح فى احداث مركبـات تراكمية من أبسط أنواع الأحمـاض الامينيـة وهو الجليسين Glycine على الطين مستخدما الاشعـة فوق البنفسجية ، فتكونت جزيئات البوليجليسين Polyglycine

---

(١) S Akabori' 1959 International Symposium on «Origin of Life on the Earth» Moscow.

وبذلك تكون المرحلة الثانية من مراحل نشأة الحياة وهى مرحلة التركيز قد حلت نهائيا .

ويفترض برنال بعد ذلك أن مثل هذه المواد العضوية التراكمية المتباينة التركيب الكيميائى لابد أن تكون قد اتحدت مع بعضها لتكون « نقاطا تجمعية » ، وهنا يتفق برنال مع اوبارين فى هذه المرحلة . ومثل هذه النقاط من شأنها أن تحتفظ بكيانها فى الوسط المائى دون أن تذوب فيه ، كما تتعلق نقط الزيت فى الماء .

ويرى برنال أن فى مرحلة الجزيئات «تحت الحيوية» كان ثمة نوع من التمثيل البسيط Metabolism يتم بواسطة عامل مساعد ، وهذا العامل لم يكن بطبيعة الحال من نوع الأنزيمات التى نعرفها اليوم والتى تتكون من مواد بروتينية (زلالية) ، كما لم يكن أيضا من نوع الانزيمات المرافقة Coenzyme التى تتركب من البروتيدات النووية Nucleo Protide فى أبسط تركيبها . وقبل أن ندخل فى تفاصيلها يجب أن نتذكر الدور الذى تلعبه الانزيمات أو الانزيمات المرافقة فى التفاعلات التى تحدث فى الخلية ، وهذا الدور كما سبق أن ذكرنا هو العمل على حفظ

توازن الطاقة فى التفاعل أو بمعنى آخر نقل الطاقة من جزء من النظام المتفاعل الى جزء آخر حتى لا يسخن النظام المتفاعل فى بعض أركانه ويبرد فى أركان أخرى .

فما هى اذن طبيعة تلك المواد المساعدة التى سبقت الأنزيمات فى الوجود ؟ ان برنال يعتقد أنها كانت مركبات بسيطة من الحديد أو النيكل أو النحاس وأطلق عليها اسم أنزيمات بدائية ، وخلص الى هذا الاعتقاد من نتائج أبحاث كالفين ونيكولايف Kalvin & Nikolyev المنشورة عام ١٩٥٩ فى الاتحاد السوفيتى . فلقد أثبت هذان الباحثان أن مثل تلك المواد غير العضوية تعجل سرعة بعض التفاعلات بمعدل يتراوح بين ٥ — ٥٠٠ مرة وهى سرعة ولن كانت أبطأ بكثير بطبيعة الحال من سرعة عمل الأنزيمات نفسها التى تعجل التفاعلات بمعدل قد يصل الى ١٠٫٠٠٠ ضعف — الا أنهـا تعتبر خطوة هامة فى تقدم كفاءة العوامل المساعدة .

وعلى هذه الأسس افترض برنال أن عملية التمثيل أو « المتابلزم » الغذائى سارت جنبا الى جنب مع عملية تركيز المواد وذلك فى المرحلة «تحت الحيوية» من مراحل

نظريته . وأما عن مصدر الطاقة اللازمة للتفاعل فهى اما مستمدة من الشمس أو من المواد الكربوايدراتية .

وبعد أن يخلص برنال من ذلك يتكلم عن مرحلة « الحياة بدون أحياء » وهى المرحلة الرابعة من نظريته أو مرحلة تكوين الجسيمات البروتينية النووية (وهى جسيمات مكونة من حامض نووى وبروتين ، قريبة الشبه بتركيب الفيروس المعروف حاليا) ومثل هذه الجسيمات كانت عارية فى أول الأمر ثم تكون حولها غشاء رقيق من طبقة واحدة من مادة دهنية (المرحلتين الرابعة والخامسة)

ويرى برنال أن مثل هذه الجزئيات الحيوية المتكونة فى المرحلتين الرابعة والخامسة قد اكتسبت خاصية التمثيل الكلوروفيلى أو التمثيل الضوئى ومعناه القدرة على بناء المواد السكرية بواسطةالكلوروفيل ، وأن مواد ملونة من نوع البورفيرينات لابد سبقت الكلوروفيل فى التكوين لتتم بواسطتها عملية التمثيل الضوئى وبديهى اذن أن الكائنات الأولية النباتية قد سبقت الكائنات الحيوانية فى الوجود .

والكائنات الأولى التى اكتسبت خاصية التمثيل

الكلوروفيلى كانت ولا شك كائنات دنيا ضئيلة الحجم جدا و « وحيدة الخلية » من أمثال أشـباه البكتريا Protobacteria المعروفة بين أنواع الحياة المعاصرة .

وهذا الفرض مستمد أيضا من أبحـاث «كـامن» Kamen الذى وجد بين أنواع البكتريا الحمراء جزيئات متناهية فى الصغر لا يزيد قطرها على ٢٠٠ انجستروم[1] تحتوى على بروتين نووى وانزيمات وبلاستيدات ويمكنها بناء المواد السكرية من ثانى أكسيد الكربون والمـاء . فهل كانت مثل هذه الجسيمات الحيوية الضئيلة تعيش حرة فى الماء فى مبدأ تكوين الحياة ؟

ذلك ما خلص اليه برنال .

ولتمـام الصـــورة كان لابد من أن تغلف تلك الجسيمات نفسها بجدار مماثل لجدار الخلية .

واذا عدنا مرة أخرى الى نظرية أوبارين ــ نجد أن النقاط التجمعية فى نظره هى نقاط مفتوحة أى ليس لها

---

(١) الانجستروم وحدة متناهية فى الصغر لقياس طول الموجات الضوئية وتسـاوى جزء من ٠٠٠ر٠٠٠ر١٠ من المليمتر .

غشاء خارجى ــ ولكن برنال لا يدع هــذه الثغرة فى نظريته دون أن يسدها . ومن ثم فهو يرى أن جزيئات المواد الدهنية ــ وهى جزيئات طويلة ــ تتجمع مع بعضها لتكون رقائق أو صفائح تغلف تلك النقاط . وأن ذلك حدث بمجرد ظهور جزئيات المواد الدهنيــة والأحماض الأمينية فى البيئة المائية القديمة . كما أن هذا التغليف لم يكن فقط حول النقطة التجمعية من الخارج ، ليقيها من الانهيار والانتشار فى الوسط المائى ، بل أيضا كان حول مناطق بذاتها فى داخــل النقطــة الواحدة وهى المناطق التى تمت فيها تفاعلات مختلفة قائمة بذاتها دون أن ينهار النظام المكون للنقطة التجمعية (مثل الروابط التى توجد داخل بروتوبلازم الخلية وتقسمه الى مناطق تفاعل قائمة بذاتها) .

وبظهور مثل تلك الاغشية داخل النقطة التجمعية التى كانت تحتوى على جسيمات مكونة بدورهــا من مواد بروتينية نووية أمكن افتراض امكان تكوين نواة المنقطة أو الخلية تكون بمثابة المركز الواعى أو الذاكرة المنظمة التى تتحكم فى التفاعلات التى تحدث داخل الخلية .

١٠ - كلمة ختامية

عرضنا فيما تقدم شرحا لنظرية نشأة الحيـاة على الأرض من مادة غير عضوية وهى خلاصـة الأبحاث الكثيرة المثيرة والمحاولات الجريئة التى قام بها العلماء فى المعامل فى الشرق والغرب .

ويلاحظ أنه ليس ثمة فرق كبير بين نظرية أوبارين ونظرية برنال فى الاسس العامة ، فكلاهما من أنصار شرح نشأة الحياة على أسس وقوانين كيميائية وفيزيائية بحتة، كما أن برنال قد حاول سد الفراغات التى تركها أوبارين فى نظريته ، ومن ذلك أنه لم يتعرض لمبـدأ الانتخـاب الطبيعى الذى يعتمد على الحظ والصـدفة فى تجميـع الجزئيات العضوية المختلفـة لتـكوين مركبات أقرب ما تكون لمادة الحياة ، بل وضع لها تعليلا ممكنا ، كما أنه شرح الدور الذى تقوم به العوامل المساعدة من أشباه الانزيمات فى تعجيل التفاعلات الكيميائية اللازمة لاتمام

المراحل المختلفة العملية وشرح أيضا الطريقة التى يحتمل أن تكون الجسيمات العضوية قد اكتسبت بها أغشية أو أغلفة تفصلها عن الوسط المائى الذى وجدت فيه ، كما أنه وضح الدور الذى يلعبه الطين أو الطمى فى نشأة الحياة .

وهناك بعض حقائق ملفتة للنظر حقا فى نظرية نشأة الحياة وهى :

١ ــ أن الحياة نشأت فى الماء .

٢ ــ أن حبيبات الطين هى أنسب مكان لاحداث التفاعلات التى أدت الى نشأة الحياة ، نظرا للخواص الطبيعية والكيميائية الفائقة التى تتميز بها حبيبات الطمى ، ولوجود كثير من العناصر الهامة التى تدخل فى تركيب الكائنات الحية على الطمى نفسه .

٣ ــ ان الاشعاعات الشمسية والبرق من مصادر الطاقة التى ساعدت على احداث التفاعلات التى أدت الى نشأة الحياة .

٤ ــ ان النظم الطبيعية فى الكون ونشأتها كالنظام الفلكى ونظام نشأة العناصر الكيميائية وغيرها تتركب

من وحدات تنعقد فيما بينها لتسكون النظام المتكامل وترتبط هذه الوحدات بقوى معينة يتماسك بها النظام كله ، كقوى الجاذبية فى الانظمة الفلكية والطاقة التى تترابط بها وحدات الذرة حول النواة فى النظام الكيميائى الطبيعى للعناصر. وبالمثل فان عملية الحياة نفسها باعتبارها نظاما من النظم الفائقة فى الكون أساسها وحدات من ذرات العناصر وجزيئاتها ، مرتبة وفقا لقوانين ثابتة ونظام خاص تحدث بمقتضاه الحياة ، ولا بد لهذا النظام أيضا من قوى تتماسك بها وحداته ، كما يلزم قدر معلوم من الطاقة لهذا النظام تتم به التفاعلات الحيوية التى تحدث بداخله .

هذه هى الصورة العامة لنظرية نشأة الحياة ، وقد حاول العلماء جهد الطاقة بما لديهم من أجهزة حديثة ووسائل جديدة للبحث ، أن يتصوروا المراحل التى تمت بها العمليات المختلفة التى أدت الى نشأة الحياة، مستندين فى ذلك الى معلوماتنا الحاضرة فى علوم كيمياء وطبيعيات الارض والمعلومات الفلكية التى بموجبها نشأت الارض

نفسها والعناصر المكونة الغلافين المائى والجوى للقشرة الارضية نفسها .

وكذلك بمقارنة الخصائص الطبيعيـــة والكيميائية المعروفة للمادة الحية ، وامكان بقاء هذه المادة واحتفاظها بخصائصها بين حدود معلومة من درجات الحرارة ، ومن دراسة التركيب الدقيق للجزيئات العضويـة الموجودة فى الخلايا الحية وللتفاعلات الفائقة الذى تحدثها الخلية الحية نفسها وذلك فى عدد كبير جدا من الاحياء المعروفة على سطح الارض اليوم ، ومن مقدار ملاءمة هذه الاحيـاء لظروف البيئة التى نشأت فيها — من كل ذلك تمـكن العلماء من وضع الاسس العامة لنظرية نشـأة الحيـاة وتتلخص هذه الاسس فى تكوين مواد عضوية بسيطـة من مواد غير عضـوية ، وقد ثبت هذا الأمر فى معامل العلماء ، ثم تعقيد هذه الجزيئات العضـوية لتـكوين مركبات أكثر تعقيدا مثل الاحماض الامينية والمـواد الكربوايدراتية والدهنيات ، ثم تجميع هـذه الجزيئات فى نظم مفردة فى البيئة المائية الأولى ، واكتسابها القدرة

على القيام بالتفاعلات الذاتية التى أدت الى حفظ كيانها واقسامها وتكاثرها .

وواضح من هذا الاستطراد أيضا ضرورة تكوين الحامض النووى والبروتينات النووية فى فترة متقدمة من عملية خلق الحياة لتكون بذلك مركبات شبيه بتركيب الفيروس أو أشباه البكتريا ـ وهذا الحامض نفسه يوجد بلا استثناء فى جميع الخلايا الحية ومنه تتركب المادة الوراثية التى توجد فى نواة الخلية وتهيمن على جميع التفاعلات التى تحدث فيها .

كما بحث العلماء أيضا مصادر الطاقة اللازمة لكل مرحلة من مراحل نشأة الحياة .

ولقد بنيت كل هذه الفروض على أساس متين الحبك من المعلومات العلمية والحقائق الثابتة التى توصل اليها العقل البشرى من دراسة العلوم الأساسية أو العلوم الطبيعية المضبوطة وهى: علوم الطبيعة والكيمياء بفروعها والرياضة والنبات والحيوان والفسيولوجيا والكيمياء الحيوية وعلم طبقات الارض وعلوم البحار والمحيطات

وعلوم الفلك وما اليها ، والتي بموجبها اكتشف الانسان كثيرا من الحقائق الثابتة فى الكون مثل : نظام الجاذبية وقياس سرعة الضوء والعلاقة التى تربط المادة والطاقة وقوانين الديناميكا الحرارية .

ولكن على الرغم من ذلك فلم يتوصل أحد من العلماء حتى اليوم الى تكوين جزيئات حية أو شيئا قريبا منها على الاطلاق ، كما أن ثمة فراغات فى هيكل نظرية نشأة الحياة لابد من ملئها حتى تكتمل الصورة . وذلك الأمر لا ينكره العلماء المعاصرون أنفسهم الذين وضعوا أسس النظرية بل هم يسلمون به ، ويقتضى استكماله تضافر جهود المتخصصين فى نواحى العلوم المختلفة ، كما يقتضى أيضا ابتكار وسائل جديدة للبحث والقياس .

* * *

وبعد فان البحث فى أمر الحياة كما ذكرنا فى أول هذا الكتاب قد مر بمراحل كثيرة وشغل بال المفكرين والفلاسفة والعلماء على مدى قرون طويلة ، ومهما يكن من شيء فان الصورة التى أصبحت عليها النظرية اليوم

رغم ما فى هيكلها من ثغرات — لتعتبر متقدمة جدا عما كانت عليه فى الماضى ، فى وقت لم تكن فيه وسائل البحث العلمى بالتقدم الذى هى عليه اليوم . ان سد هـذه الثغرات واكتمال الصورة التى يحتمل أن تكون الحياة قد نشأت عليها ليعتبر تحديا لعبقرية الانسان .

وسواء توصل الانسـان الى ذلك الأمر فى جيلنـا المعاصر أو فى أجيال قادمة ، فانه بذلك يكون قد أماط اللثـام بصورة مثاليـة عن جديد من القوانين والنظم الفائقة التى يسير بمقتضاها الكون والتى تدل ولا شك على عظمة ابداع الخالق . .

المحتويات

صفحة

صفحة